Math. u. 113 - 1,2

<36601378680014

<36601378680014

Bayer. Staatsbibliothek

Math Un 113

Mathesis. System: et meth: ord: chronol: 144.

R

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Der
erste Cursus
der
angewandten
Mathematik.

Von
Johann Friedrich Lorenz
Conventual am Stift und Kloster Berge bey Magdeburg,
und Oberlehrer am Pädagogio daselbst.

Helmstädt,
bey Carl Gottfried Fleckeisen. 1792.

Grundriß
der
reinen und angewandten
Mathematik
oder
der erste Cursus
der
gesamten Mathematik
von
Johann Friedrich Lorenz
Conventual am Stift und Kloster Berge bey Magdeburg,
und Oberlehrer am Pädagogio daselbst.

Zweyter Theil.
Die angewandte Mathematik.

Helmstädt
bey Carl Gottfried Fleckeisen. 1792.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorrede.

Der Gegenstand der Geometrie ist eigentlich ein bloßes Geschöpf des Verstandes, welches außer ihm nirgends so, wie er sich es gedenkt, anzutreffen ist. In der angewandten Mathematik hingegen werden die Dinge der wirklichen Welt betrachtet, die auch der Gegenstand der Physik sind. Letztere untersucht die gesamte Natur der Körper, erstere bestimmt ihre Größe; wobey aber doch die Erkenntniß ihrer Natur mit der Betrachtung ihrer Größe oft so verwickelt ist, daß man beyde nicht ganz von einander sondern kann. Daher führet die angewandte Mathematik mit Rechte den Nahmen der physischmathematischen Wissenschaften, und macht mit der Physik zusammen den Theil der Philosophie aus, der die Körperwelt betrift. Will man aber über die Körper philosophiren, d. i. von den Erscheinungen in der Körperwelt Grund und Ursache angeben: so ist es ja wohl nöthig, von solchen Erscheinungen selbst zuerst auszugehen.

Daher muß, so wie die Physik, auch die angewandte Mathematik aus Erfahrungen ihre ersten Kenntnisse hernehmen, und über Erfahrungen philosophiren; nur daß solches bey jener hauptsächlich auf Qualitäten, bey dieser auf Quantitäten abzweckt.

Mit dieser Vorstellung finde ich kein Lehrbuch der angewandten Mathematik so ganz übereinstimmend, als das Kästnerische, welches ich um dieses und andrer längst bekannten Vorzüge willen, hier eben so, wie in der Geometrie die Euklidischen Elemente, zum Grunde gelegt habe. Besonders schien mir dieses in der Astronomie nöthig, einer Wissenschaft, die, wegen ihres ausnehmenden Nutzens für den Verstand und das Herz, einer ganz vorzüglichen Behandlungsart würdig ist. Die beste und einzige Methode aber, diese erhabene Wissenschaft Anfängern vorzutragen, scheint sich nicht so leicht auffinden zu lassen. Was hierüber Herr Hofr. Kästner in der Vorrede zum zweyten Theile seiner Anfangsgründe gesagt hat, halte ich für so lehrreich, und in mehrerm Betrachte so merkwürdig, daß ich mich nicht enthalten kann, diese Stelle ganz abzuschreiben. Es heißt nämlich am angeführten Orte: „In der Astronomie habe ich mich bemühet zu zeigen, wie man sich aus gemeinen und leichten Erfahrungen,

die

die ersten Begriffe von dem Himmel machen, und diese nach und nach zu mehr Richtigkeit und Vollständigkeit bringen kann. So methodisch pflegen die Lehrer der Sternkunst, selbst die größten unter den neuern, Gregorius, Cassini, de la Caille, nicht zu verfahren. Sie nehmen die Ordnung der Himmelskörper, und viel andere Dinge, von ihnen an, ohne zu zeigen, wie man nach und nach zu diesen Kenntnissen gelangt sey. Das kann sie vielleicht entschuldigen, daß sie sich nicht ganz bis zu Anfängern erniedrigen, sondern Geübte weiter unterrichten wollen. Für jene findet man die Astronomie in den wolfischen Schriften, besonders den lateinischen Elementis, systematisch und zugleich so vollständig, als es Anfangsgründe erlauben, abgehandelt. Dieses Lob wird desto unverdächtiger seyn, wenn ich beyfüge, daß ich es von meinem Lehrer, dem seel. Pr. Hausen, gehört habe, dessen Verehrung gegen den Freyherrn von Wolf nur so weit gieng, als es die Billigkeit erfoderte. Ich habe in den Gränzen, die ich mir setzen mußte, das Verfahren des Freyherrn von Wolf nachzuahmen, Einiges in größeres Licht zu setzen, und neue Entdeckungen, die er seinen Schriften nicht einverleiben konnte, so wohl da, als in der Geographie, wenigstens anzuzeigen gesucht."

Vorrede.

In dieser Erklärung des Hrn. H. Kästner ist wohl der rechte Gesichtspunkt angegeben, woraus man ein Lehrbuch der Astronomie, und gewissermaßen auch aller übrigen Theile der angewandten Mathematik betrachten muß; und ich konnte hienach nicht im geringsten zweifelhaft seyn, welchen Weg ich im zweyten Theile meines Grundrisses zu verfolgen hatte. Nur war noch die Frage, ob sich auch die Grundwahrheiten der angewandten Mathematik auf die wenigen Principia, die im ersten Theile vorausgeschickt sind, bauen ließen; indem ich, nach dem in der Einleitung zum Grundrisse dargelegten Plane, mich aller Hülfsmittel, welche der Literal-Calcul, die Trigonometrie, und die logarithmischen Rechnungen gewähren, gänzlich entäußern mußte. Da dieses besonders in der Astronomie die größte Schwierigkeit zu haben scheint: so dünkt mich die Frage für alle Theile der angewandten Mathematik beantwortet zu seyn, wenn sie es für die Astronomie ist; und dieses mögte sich am kürzesten an einem Paar Beyspielen beurtheilen lassen. Wenn z. E. von den Entfernungen der Weltkörper die Rede ist: so hat der Lehrer wohl nicht die Absicht, den ersten Anfänger sogleich dahin zu bringen, daß er diese Entfernungen selbst bestimmen könne, sondern ihm nur begreiflich zu machen, wie solches dem Astronomen möglich sey, und auf welche Art dieser es bewerkstel-

stellige. Hiezu aber ist weiter nichts erfoderlich, als den parallactischen Triangel zu erklären, mittelst der gemeinen Geometrie das unbekannte darinnen aus dem bekannten zu bestimmen, und nun noch hinzuzufügen, daß die Trigonometrie den Astronomen in den Stand setze, das unbekannte durch Rechnung viel genauer, als durch Zeichnung zu finden. Auf ähnliche Art ist bey den größten Kreisen, die an der Himmelskugel sich mannichfaltig durchschneiden, und dadurch auf ihrer innern Oberfläche besondre Arten von Triangeln bilden, welche der Astronom durch Hülfe der sphärischen Trigonometrie zu berechnen versteht, für den Anfänger blos die innersten Theile des Grundrisses abgehandelte Lehre von den Kugelschnitten durchaus nothwendig, aber auch völlig hinreichend, diese Sache zu verstehen, ihre Möglichkeit einzusehen, und die Art der Ausführung zu begreifen, so lange von ihm selbst die Bewerkstelligung der Sache nicht gefodert wird. Wäre es nöthig, diese Gründe auch noch durch Zeugnisse zu bestätigen: so könnte das Urtheil eines der berühmtesten Astronomen unsrer Zeit, des Herrn de la Lande statt aller andern dienen, der in seinem astronomischen Handbuche nach der deutschen Uebersetzung, Leipzig 1775 §. 301. sagt: „Man kann aber einen ziemlich vollständigen Begrif von

der Astronomie erlangt haben, ohne die Rechnungen derselben vollführen zu können; und auch diesen kann man gewachsen seyn, ohne die Beweise der sphärischen Trigonometrie einzusehen."

Nach diesen Bestimmungen entsteht nun noch die Frage: Wenn eine völlige Absonderung der obengenannten Hülfsmittel, vom ersten Unterrichte in den verschiednen Theilen der angewandten Mathematik möglich ist, ob dieselbe dann auch nützlich, und aus welchen Gründen sie anzurathen sey. Hierüber aber glaube ich mich bereits in der Einleitung zum Grundrisse hinreichend erklärt zu haben. Nur eins sey mir hier noch hinzuzufügen erlaubt, daß ich mich zu einer solchen Absonderung aus eben der Ursache berechtigt hielt, aus welcher man nach einer in der Mathematik häufig vorkommenden Methode bey Anfange einer nur etwas verwickelten Untersuchung alles aufs möglichste zu vereinfachen sucht; wenn man z. E. den Hebel als eine gerade Linie, die Rolle als einen Kreis, den bewegten Körper als einen bloßen Punkt betrachtet. Ich bediene mich dieser Vergleichung desto lieber, weil sie zu einer zweyten leitet, auf die ich den Mathematikbeflissenen besonders aufmerksam zu machen wünschte. Denn so wie die Mathematik, wenn sie Alles von einem zu untersuchenden Gegenstande abgeson-

sondert hat, was ihn schwer und verwickelt macht, es nicht dabey bewenden läßt, sondern die so gefundenen Wahrheiten benutzt, denselben Gegenstand mit allen seinen Modificationen weiter zu ergründen: so müssen auch die Anfänger in der Mathematik, wenn sie sich einen kurzen und leicht zu übersehenden Inbegrif ihrer Grundwahrheiten zu eigen gemacht haben, sich eben dadurch reitzen lassen, zu dem, was um ihrer Bequemlichkeit willen anfangs noch beyseite gesetzt worden, nun mit desto besserm Erfolge überzugehen.

Um aber auch dieses Geschäft Anfängern zu erleichtern, habe ich den beyden Theilen meines Grundrisses einen Anhang beygefügt, der ihnen zur Ergänzung dienen soll, und unter dem Titel: die ersten Gründe der allgemeinen Größenberechnung besonders zu haben ist. Auf dem darinnen eingeschlagenen Wege läßt sich meines Erachtens das zunächst folgende Studium an das vorhergehende am besten anknüpfen, und alles aufs kürzeste so zusammenstellen, daß auch der Anfänger an dem allgemeinen Calcul mehreres Interesse gewinne, und dessen vortheilhaften Gebrauch in einem größern Lichte erblicke. Da ich diesen Anhang vorzüglich für die mündliche Erläuterung des Lehrers, dem ich dadurch blos einen bequemen Leitfaden in die Hände liefern wollte, bestimmt, auch den-

selben größtentheils in unmittelbare Verbindung mit dem Grundrisse gebracht: so konnte ich mich desto kürzer fassen; ob ich gleich selbst bey dieser Kürze hoffentlich nie unterlassen habe, den Keim der weitern Entwickelung wenigstens mit anzudeuten, und wo es nöthig seyn mogte, selbst etwas ausführlicher zu seyn.

Das dieser Vorrede angehängte ausführliche Inhaltsverzeichniß empfehle ich den Anfängern als ein sehr brauchbares Hülfsmittel, sich selbst über ihre Fortschritte in der Mathematik zu prüfen; wenn sie jeden Absatz als eine Frage ansehen, die ihnen von andern zur Beantwortung vorgelegt würde. Ist diese von ihnen geschehen, zuweilen auch schriftlich aufgezeichnet worden: so vergleichen sie damit die dazu gehörige Stelle des Buchs, welche ihre Antwort bestätigen oder berichtigen wird. Durch öftere Uebungen dieser Art kann es ihnen nicht fehlen, sich das ganze Buch nach und nach zu eigen zu machen, und in den Geist der Mathematik immer mehr einzudringen.

Geschrieben Kloster Berge bey Magdeburg im April 1792.

Johann Friedrich Lorenz.

Inhalt.

A. Die mechanischen Wissenschaften.

I. Die Statik.

1. allgemeine Grundbegriffe. S. 1.

Erfahr. vom Widerstande. §. 1. Kraft und deren Richtung. 4. entgegengesetzte Kräfte. 5. Gleichgewicht. 7. Erfahr. vom Falken. 8. Schwerkraft und deren Richtung. 10. wagrecht und lothrecht. 15. Senkbley. 16. Setzwage. 17. Erfahr. vom Drucke. 18. Gewichte. 19. dicht und locker, schwer und leicht. 22. eigenthümliches Gewicht. 23. Erfahr. vom Zusammenhängen. 26. fest und flüßig. 27. biegsam. 29. elastisch. 30.

2. Der geradlinichte Hebel. S. 7.

Lehrs. von gleichen Gewichten. §. 32. Druck der Unterstützung. 33. Uebergewicht. 34. Rolle. 35. Geradlinichter Hebel. 40. zwey- und einarmiger Hebel. 41. Entfernung der Kräfte. 42. Lehrs. von beyden Arten des Hebels. 44. Lehrs. vom Gesetz des Hebels. 46. Gleichheit der Momente. 50. Verhältniß der Wege. 51.

3. der Schwerpunkt. S. 13.

Aufg. vom Unterstützungspunkte. §. 52. Schwerpunkt der Gewichte. 55. Vereinigungspunkt der Gewichte. 59. Schwerpunkt der Körper. 61. Directionslinie. 62. Unterstützung. 64.

Inhalt.

4. der physische Hebel und die Wage. S. 18.

Aufg. vom physischen Hebel. §. 65. unterstützter Balken. 68. die Wage. 69. gleicharmige Wage und Schnellwage. 70. specifisches Gewicht. 72. Verhältnisse der Größen und specifischen Gewichte. 73.

5. der Winkelhebel und das Parallelogram der Kräfte. S. 22.

Winkelhebel. §. 77. Lehrs. vom Winkelhebel. 78. schiefe Richtungen am Hebel. 79. mittlere Richtung. 80. Richtungswinkel. 82. mittlere Kraft und Seitenkräfte. 83. Lehrs. vom Parallelogram der Kräfte. 84. Zusammensetzen der Kräfte. 87. Aufg. von Zusammensetzen der Kräfte. 89.

6. Die Winde und das Räderwerk. S. 28.

Winde oder Radwelle. §. 96. Arten der Winden. 98. Kräfte an der Winde. 99. Lehrs. vom Gesetz der Winde. 100. Verhältniß der Wege. 101. Räderwerk. 102. Lehrs. vom Gesetz des Räderwerks. 106. Lehrs. von der Verhältniß der Umläufe. 108. Verhältniß der Wege. 109.

7. die Rolle und der Flaschenzug. S. 34.

Lehrs. von der Scheibe. §. 112. Rolle. 115. feste Rolle. 116. lose Rolle. 118. Verhältniß der Wege. 121. Flaschenzug. 122. Lehrs. vom Gesetze des Flaschenzuges. 125. Verhältniß der Wege. 127.

8. die schiefe Fläche. S. 39.

Lehrs. von der Richtung der Last. §. 128. Durchschnitt der schiefen Fläche. 130. Aufg. vom Gesetz der schiefen Fläche. 131. Verhältniß der Wege. 138.

9. Der Keil. S. 43.

Keil. §. 139. Durchschnitt des Keils. 140. Aufg. vom Gesetze des Keils. 141. Verhältniß der Wege. 143.

10. die Schraube. S. 45.

Schraubengang. §. 144. Gesetz der Schraube. 145. Verhältniß der Wege. 146. Gebrauch der Schraube. 148. Schraube ohne Ende.

Inhalt.

Ende. 149. mechanische Potenzen und zusammengesetzte Maschinen. 150.

II. das Reiben oder die Friction. S. 47.

Erfahr. von der horizontalen Friction. §. 151. Aufg. solche zu finden. 156. Erfahr. von der schiefen Friction. 158. Aufg. solche zu finden. 160.

II. Die Hydrostatik.

1. flüßige Materien von einerley Art. S. 51.

Erfahr. von wagrechter Oberfläche. §. 1. Lehrs. von communicirenden Gefäßen. 8. Fortpflanzung des Drucks. 10. Druck auf den Boden. 11. Wasserwage. 13. anatomischer Heber. 15. Verhältniß der Wege. 17. Druck auf den Seiten. 18.

2. flüßige Materien von verschiedner Art. S. 57

Lehrs. von zwey über einander stehenden Flüssigkeiten. §. 20. Lehrs. von zwey Flüssigkeiten in communicirenden Gefäßen. 23. Verhältniß ihrer Schweren. 24. Druck zweyer über einander stehender Flüssigkeiten. 26.

3. feste Materien in flüßigen leichterer Art. S. 59.

Lehrs. von festen Materien in flüssigen. §. 28. Verlust am Gewichte. 30. Aufg. von der Schwere flüssiger Körper. 33. Aufg. von der Schwere fester Körper. 37.

4. feste Materien in flüßigen schwererer Art. S. 64.

Lehrs. von schwimmenden Körpern. §. 42. Aufg. von der Schwere fester Körper. 50. Aufg. von der Schwere flüßiger Körper. 51. die Senkwagen. 52.

III. Die Aerometrie.

1. Die allgemeine Beschaffenheit der Luft. S. 69.

Erfahr. von der Flüssigkeit der Luft. §. 1. Erfahr. von ihrer Schwere. 4. Atmosphäre der Erde. 8. Erfahr. von ihrem Drucke

Inhalt.

Drucke. 11. Torricellische Röhre. 17. Barometer. 18. Erfahr. von der Elasticität der Luft. 19. deren Verhältniß zum Drucke. 22. die Luft in verschiednen Höhen. 24. Erfahr. von Ausdehnung der Luft durch Wärme. 27. Erfahr. von der Verhältniß ihrer Dichtigkeit zum Drucke. 34.

2. die Luftpumpe. S. 81.

Aufg. von der Luftpumpe. §. 38. Ventile. 39. Windbüchse. 42. Versuche mit der Luftpumpe. 43.

3. das Barometer und Thermometer. S. 86.

Erfahr. von veränderlicher Barometerhöhe. §. 49. einfaches und zusammengesetztes Barometer. 54. mittlere Barometerhöhe. 55. Höhenmessung. 56. Wetterglas. 57. Erfahr. von Ausdehnung der Körper durch Wärme. 58. Thermometer. 60. Erfahr. vom Frost- und Süd-Punkte. 61. Fahrenheitisches Thermometer. 62. Reaumürisches Thermometer. 63. Pyrometer. 65.

4. Anwendung der Luft zur Bewegung des Wassers. S. 90.

Heber §. 66. Bergheber. 67. Vexirbecher. 68. Fontaine. 69. Heronsball. 70. Heronsbrunnen. 71. Saugwerk. 72. Druckwerk. 74. Feuerspritze. 75.

B. Die optischen Wissenschaften.

I. Die Optik.

1. die Ausbreitung des Lichts. S. 94.

Erfahr. vom geraden Lichte. §. 1. Lichtstrahlen. 3. selbstleuchtend und dunkel. 4. durchsichtig und undurchsichtig. 5. Strahlenkegel. 7. Strahlencylinder. 8. Abnahme der Erleuchtung. 9. Erfahr. von dem Bildern in verfinsterten Zimmer. 11.

2. der Schatten. S. 99.

Erfahr. vom Schatten. §. 16. Schatten, Schlagschatten. 17. Figur des Schattens. 18. Kernschatten, Halbschatten. 21. Lehns. von der Tangente zweier Kreise. 22. Aufg. von einer leuch-

Inhalt.

leuchtenden und erleuchteten Kugel. 28. gerader und verkehrter Schatten. 32. Höhenmessung. 35. Gnomon. 37.

3. der Sehewinkel. S. 106.

Erfahr. von der Weite. §. 38. Sehewinkel, scheinbare Größe. 42. scheinbare Gestalt. 45. scheinbare Bewegung. 46. Erscheinung einer Kugel. 47. Verhältnisse der wahren und scheinbaren Größen. 48. scheinbare Geschwindigkeit. 52. Erfahr. von den Gränzen des Sehens. 53. Gesichtskreis, Horizont. 59. optischer Betrug. 61.

II. Die Perspectiv.

Die ersten Gründe perspectivischer Zeichnungen. S. 112.

Projection. §. 1. orthographische Projection. 3. Projection der Linien, Flächen, Körper. 5. Lage des Auges. 13 Lage des Objects. 14. Lehrs. von der Höhe der Projection. 15. Aufg. solche zu finden. 16. Lehrs von der perspectivischen Höhe. 19. Aufg. solche zu finden. 20. Aufg. von Projection des Schattens. 23.

III. Die Catoptrik.

1. allgemeine Gesetze der Reflexion. S. 119.

Erfahr. von Bildern im Spiegel. §. 1. Spiegel und Zurückwerfung des Lichts. 9. Arten der Spiegel. 10. Erfahr. vom Zurückwerfen des Lichts. 13. Einfallsloth, Zurückwerfungsebene. 14. bey Kugelspiegeln. 19.

2. die ebenen Spiegel. S. 124.

Lehrs. Abstand des Bildes. §. 24. geometrisches und physisches Bild. 27. gleiches und ähnliches Bild. 29. geneigter Spiegel. 30. Zusammensetzung der Spiegel. 31.

3. die Kugelspiegel. S. 126.

Hauptstrahl. §. 32. Aufg. von parallelen Strahlen. 34. physischer Brennpunkt. 35. Object im Brennpunkte. 36. geometrischer Brennpunkt. 37. Samlungs- und Zerstreuungsspiegel. 39. Aufg. von divergenten Strahlen beim Samlungsspiegel 40

Inhalt.

Aufg. von den Bildern der Samlungsspiegel. 45. Aufg. von divergenten Strahlen beym Zerstreuungsspiegel. 50. Bilder der Zerstreuungsspiegel. 54. Abweichung des Lichts wegen der Kugelgestalt. 55.

IV. Die Dioptrik.

1. allgemeine Gesetze der Refraction. S. 134.

Erfahr. von der Brechung des Lichts. §. 1. brechende Fläche. 4. Beugung des Lichts. 5. Einfalls- und Brechungswinkel. 6. Brechungsebene. 7. die Brechungsverhältniß. 9. Aufg. von Zeichnung des gebrochenen Strahls. 17. parallele Strahlen. 19. 20.

2. die geschliffenen Gläser. S. 139.

Linse. §. 21. Hohlglas. 22. Meniscus. 23. Erfahr. von der Brennweite der Gläser. 25. Samlungs- und Zerstreuungsgläser. 26. Brennweite aus den Halbmessern. 27. Weite der Bilder. 28. nähere Beschreibung der Gläser. 29. Collectivglas. 38. Blendungen. 42.

3. die Farben. S. 148.

Erfahr. vom Farbenprisma. §. 43. mittlere Brechung. 47. Flint und Crownglas. 48. Abweichung des Lichts wegen der Farben. 49.

4. das Auge, die Augengläser, und das einfache Microscop. S. 151.

Erfahr. von den Theilen des Auges. §. 50. grauer und schwarzer Staar. 52. Kurz- und Weitsichtige. 55. Augengläser. 56. einfaches Microscop. 61. Vergrößerung. 62.

5. die Telescope und zusammengesetzten Microscope. S. 156.

Fernrohr. §. 65. Sternrohr. 66. umgekehrtes Bild. 67. Vergrößerung. 69. Stelle des Auges. 72. Gesichtsfeld. 73. Helligkeit. 74. schickliche Gläser. 77. Spiegeltelescope. 80. achromatische Gläser. 81. Holländisches Fernrohr. 82. aufrechtes Bild. 83. Vergrößerung. 84. Gesichtsfeld. 85. Erdrohr. 86. zusammengesetzte Microscope. 88.

6. Werkzeuge, welche Bilder machen, S. 165.

Verfinstert Zimmer. §. 92. Zauberlaterne. 93. Sonnenmicroscop. 94. Projectionsmaschine. 95.

Inhalt.

C. Die astronomischen Wissenschaften.

I. Die Astronomie.

Die sphärische Astronomie.

1. die gemeine Bewegung der Himmelskörper. S. 167.

Erfahr. vom Abstand der Sterne. §. 1. Weite. 2. Höhe. 3. Horizont. 5. hohle Kugel. 6. Foderung vom Höhenmessen. 8. Erfahr. von der Höhe der Sterne. 9. Erfahr. von den Parallelkreisen, 16. Weltpole, Tagekreise, Aequator. 18. Mittagskreis. 20. bewegliche und unbewegliche Kreise. 21. die Halbkugel. 22. Mittagslinie. 24. Hauptgegenden. 25. scheinbarer Horizont. 26. Erfahr. von den Fixsternen. 29. Scheitelkreis. 31. Höhe und Tiefe. 33. Mittagshöhe. 35. Höhe des Pols und Aequators. 36. Abweichung. 38. Abstand vom Mittage, und Azimuth. 39. Lehrs. von übereinstimmenden Höhen. 41. trigonometrische Berechnungen. 43. Aufg. von der Mittagslinie. 44. Passagen-Instrument und Mauerquadrant. 46. Aufg. von der Polhöhe. 47. Aufg. von der Abweichung. 48.

2. die eigene Bewegung, besonders d. Sonne. S. 180.

Erfahr. vom Fortrücken des Mondes. §. 51. Erfahr. von den übrigen Planeten. 54. Erfahr. vom Fortrücken der Sonne. 56. Erfahr. von entgegengesetzten Orten der Sonne. 59. Ecliptik, und ihre Schiefe. 61. Aequinoctialpunkte. 62. Solstitialpunkte. 63. himmlische Zeichen. 64. Länge der Sonne. 66. Lehrs. von der Abweichung der Sonne. 67. die Mittagslinie. 71. Aufg. von der Schiefe der Ecliptik. 72. Wendekreise. 75. Polarkreise. 76. Coluren. 77. Thierkreis. 78. Ringkugel. 79.

3. das Maaß der Zeit. S. 188.

Erfahr. vom Sterntage. §. 80. Erfahr. von gleichförmiger Umdrehung des Himmels. 81. Zeitbogen. 83. gerade Aufsteigung. 86. Lehrs. von der ger. Aufst. der Sonne. 87. Erfahr. von der mittlern Aufsteigung. 90. 91. wahre und mittlere Zeit. 91. die Uhr. 94. Uhrzeit und wahre Sonnenzeit. 96. bürgerlicher und astronomischer Tag; verflossene und laufende Zeit. 97. Zeitbogen der Sonne. 98. Morgen- und Abendweite; schiefe Auf- und Absteigung;

Inhalt.

Aufsteigungs-Unterschied; halber Tagebogen. 99. Sonnenjahr 104. Aufg. von der Größe des Sonnenjahres. 105.

4. die Stellen der Fixsterne, nebst deren Lagen gegen die Sonne. S. 197.

Aufg. von der Stelle eines Fixsterns. §. 108. Breite und Länge der Sterne. 111. Lehrs. von der Breite und Länge. 116. Stern-Verzeichnisse. 119. Sternbilder. 120. künstliche Himmelskugel. 122. Sterncharten. 124. Erfahr. von Veränderungen in der Lage der Fixsterne. 127. Vorrücken der Nachtgleichen. 130. tropisches und siderisches Sonnenjahr. 134. Tag der ersten Bewegung. 135. Sehungsbogen; Dämmerung. 136. Aufg. vom Sehungsbogen. 137. poetischer Auf- und Untergang der Sterne. 140.

5. Die Strahlenbrechung. S. 209.

Lehrs. von der Refraction. §. 143. Höhenrefraction. 145. Aufg. von der Refraction. 151.

6. Die Parallaxe, S. 213.

Parallaxe. §. 155. Horizontal und Höhenparallaxe. 162. von Bestimmung der Parallaxe. 165. Gebrauch der Parallaxe. 166. Fixsterne ohne Parallaxe. 168.

Die theorische Astronomie.

7. die Beschaffenheit der Sonne. S. 216.

Erfahr. von den Sonnenflecken. §. 169. Umdrehung der Sonnenkugel. 171. Pole und Aequator der Sonne. 172. Bewegung der Flecken. 173. von der Natur der Flecken. 175. Erfahr. von den Sonnenfackeln. 176. Erfahr. vom Zodiacallicht. 178. Erfahr. von Sonnenfinsternissen. 181.

8. die Beschaffenheit des Mondes. S. 222.

Erfahr. von den Mondgestalten. §. 186. Bestimmung der Mondgestalten. 190. Erfahr von Mondfinsternissen. 193. Erfahr. von den Mondflecken. 197. ihre Natur. 199. Mondcharten. 201. Erfahr. vom Umdrehen und Wanken des Mondes. 203. Erfahr. von Bedeckungen. 209.

Inhalt.

9. die Beschaffenheit der übrigen Planeten. S. 230.

Aufg. vom Stande der Planeten. §. 211. Morgen- und Abendstern. 213. Planetengestalten. 215. Durchgänge. 216. Erfahr. von Flecken, Bergen, Streifen der Planeten. 219. ihre Umdrehung. 220. Erfahr. von den Trabanten des Jupiters und ihren Verfinsterungen. 221. Erfahr. von den Trabanten und dem Ringe des Saturn. 223. Erfahr. von den Trabanten des Uranus. 226. Haupt- und Nebenplaneten. 227. obere und untere Planeten. 228.

10. die Ordnung der Himmelskörper. S. 235.

Erfahr. von den obern und untern Planeten. §. 230. Hypothese. von der Copernicanischen Weltordnung. 233. Erklärung der gemeinen Bewegung. 235. des jährlichen Umlaufs der Sonne. 236. des sonderbaren Ganges der Planeten. 237. der Bewegung des Mondes. 238. Erfahr. von der Parallaxe der Erdbahn. 239. die Sonnensysteme und das Weltgebäude. 244. Analogien. 246. die Welt von der Sonne aus betrachtet. 247.

Anhang:

Von der nähern Beschaffenheit uns. Sonnensystems. S. 248.

Elliptische Bahnen. §. 1. mittlere Weite. 2. erstes Keplerisches Gesetz. 3. scheinbare Bahnen. 4. Ecliptik. 5. anomalistisches Jahr. 6. scheinbarer Durchmesser der Sonne. 7. mittlerer und wahrer Sonnentag. 8. Gleichung der Zeit. 9. Stellung der Uhr. 10. Breite und Neigung der Planeten. 11. die Knoten. 12. Drachenmonat. 13. heliocentrischer und geocentrischer Ort. 14. Parallaxe der Erdbahn. 15. Umlaufszeit der Planeten. 16. zweytes Keplerisches Gesetz. 17. Weiten der Planeten von der Sonne. 18. ihre Verhältnißzahlen. 19. die wahren Halbmesser der Himmelskörper. 20. Zeichnungen und Modelle unsers Sonnensystems. 21. Mondfinsternisse. 22. Sonnenfinsternisse. 23. Durchgänge. 24. Bedeckungen. 25. Kometen. 26. zwey Tafeln für unser Sonnensystem.

Inhalt.

II. Die Geographie.

1. Gestalt und Größe der Erde. S. 262.

Erfahr. von nördlichern Mittagshöhen §. 1. Erdgrade. 2. Bedingung für die Kugelgestalt. 4. Berechnung derselben. 5. Unterschied des Mittags und der Mittagskreise. 6. correspondirende Kreise an der Erd- und Himmelskugel. 9. Breite und Länge eines Orts. 10. künstliche Erdkugel, Landcharten. 13. Erfahr. von Ungleichheit der Erdgrade. 14. ein an den Polen zusammengedrucktes Sphäroid. 16. Größe einer geographischen Meile. 20. insbesondere für die Parallelkreise. 22. Richtung der Schwere. 23. Zonen, und deren Berechnung. 24.

2. verschiedner Stand der Sphäre. S. 271.

senkrechte, schiefe, parallele Kugel. §. 28. Jahreszeiten. 33. Climata. 34. Erdbewohner. 35. Windrose und Campaß. 37.

III. Die Chronologie.

1. die Eintheilung der Zeit, S. 276.

Tage und Stunden §. 1. Wochen. 2. Monate. 3. Einschaltung. 5. Julianisches Jahr, gemeines und Schaltjahr. 6. christliche Jahrrechnung. 8. die Schaltjahre zu finden. 9.

2. die Kennzeichen der Zeit, S. 279.

Chronologische Kennzeichen, §. 10. Sonntagsbuchstabe, 11. Buchstaben für den ersten Tag eines jeden Monats, 12. Tafel der Julianischen Sonntagsbuchstaben, 13. Zeitkreis; Sonnencirkel, 16. den Sonnencirkel zu finden, 18. Mondenjahr, 19. Julianische Epactentafel, 20. Mondscirkel, Epacten, güldne Zahlen, 21. die güldne Zahl zu finden, 23. Indictionscirkel, 25. die Indiction zu finden, 27. Julianische Periode, 28. ihr Gebrauch, 31. warum die Chronologen so sehr von einander abweichen, 32.

Inhalt.

3. die Festrechnung und der Kalender, S. 287.

Ostergränze §. 34. Julianische Ostergränze, 35. das Julianische Osterfest zu finden. 36. Verbesserung des Julianischen Jahres. 37. Gregorischer Kalender. 38. Gregorischer Sonnencirkel (von 1700 bis 1800) 40. Gregorischer Mondscirkel (von 1700 bis 1800) 41. Gregorische Ostergränze (von 1700 bis 1900) 42. Aufg. den Sonnen- und Mondcirkel nebst dem Osterfeste im Gregorischen Kalender zu finden. 43. cyclische und astronomische Berechnung des Osterfestes. 44. unbewegliche und bewegliche Feste. 45. immerwährender Kalender. 48.

VI. Die Gnomonik.

Die ersten Gründe der Sonnenuhren. S. 294.

Stundenkreise. §. 1. Schattenlinien für die Stunden. 4. Aequinoctialuhr. 8. der Weiser und die Substylarlinie. 11. Neigung und Abweichung. 15. Arten der Sonnenuhren. 16. Mittags- und Stundenlinie der Uhr. 17. Aufg. von der Mittagslinie des Horizonts. 23. Aufg. von einer Horizontaluhr. 26.

D. Die technische Mathematik.

I. Die Geschützkunst. S. 301.

Das Schießpulver. §. 1. parabolische Bahn. 4. Pulverproben. 5. grobes Geschütz; Kern- und Bogenschüsse. 7. Stücken oder Kanonen; Kartätschen. 8. Abtheilung eines Stückes. 9. Kammer; Kammerstücke. 10. Schlüssel. 11. Pulverladung, Patronen. 12. Ladung und Länge des Stückes, Schußweite; Würkung der Kugel. 13. Caliber. 14. Tafel von den Stücken. 15. Bomben und Granaten. 16. Mörser oder Böller; Haubitzen. 17. Abtheilung eines Mörsers. 18. Das Werfen mit einem und mit zwey Feuern. 19. Arten der Mörser. 20. Tafel von den Mörsern. 21. Petarden. 22. Minen. 23. Gegenminen; Gallerien; Druckkugel. 24. Raketen; Lustfeuerwerke. 25. Raketensatz. 26. Raketenschlagen. 27. Farbenraketen. 28. Arten der Raketen. 29.

Inhalt.

II. Die Kriegsbaukunst. S. 315.

Wall. §. 1. Graben. 2. Berme. 3. Brustwehr, Bänkgen, Wallgang. 4. Abrisse des Walles. 5. Profilriß. 6. Schießscharten; über Bank feuern. 7. Seitenvertheidigung; Flanken. 8. einfache Schanzen. 9. ihre Größe. 10. Feldschanze und Festung, oder unbeständige und beständige Verschanzung. 11. Citadelle. 12. reguläre und irreguläre Befestigung. 13. Kunstwörter. 14. Hauptwall und Hauptgraben. 15. Außenwerke. 16. bedeckter Weg; Glacis; Contrescarpe. 17. Gallerien. 18. Befestigungsmaniren. 19. Aufg. von Vaubans erster Manier. 20. Angriffe einer Festung. 21. förmlicher Angriff. 22. Vertheidigung der Festung. 23.

III. Die bürgerliche Baukunst. S. 329.

Vollkommenheiten eines Gebäudes. §. 1. die Festigkeit. 2. Fundament. 3. Mauern. 4. Gewölbe. 5. Zimmerwerk. 6. Wände. 7. Träger, gespanntes Roß, Sprengwerk, Hängewerk. 8. Dächer. 9. die Bequemlichkeit. 10. Thüren. 11. Fenster. 12. Geschosse. 13. Treppen. 14. Schornsteine. 15. die Schönheit. 16. Symmetrie und Eurythmie. 17. die Verzierungen. 18. Säulenordnung. 19. ihre Theile. 20. Ausladung, Modul. 21. starke, mittlere, schwache Säulen. 22. Kennzeichen der Säulenordnungen. 23. ihr Gebrauch. 24. Bauriſſe und Bauanschläge. 25.

Der

Der erste Cursus
der
mechanischen Wissenschaften.

I.
Die Statik.

1. Allgemeine Grundbegriffe.

§. 1. Die erste Erfahr. Wenn wir einen Körper fortschieben, oder ihn in seiner Bewegung aufhalten wollen: so fühlen wir, daß wir Gewalt dazu nöthig haben.

§. 2. Zus. 1. Sehen wir den Zustand der Ruhe, oder der Bewegung eines Körpers ohne unser Zuthun geändert: so schließen wir, daß etwas anders müsse das gethan haben, was wir hätten thun können.

§. 3. Zus. 2. Es scheint uns also, daß der Zustand eines Körpers sich nicht von selbst, sondern nur vermöge einer äußern Ursache ändere.

§. 4. Erkl. Was den Zustand eines Körpers zu ändern, d. i. Bewegungen hervorzubringen, oder zu hindern, strebt, heißt Kraft, vis; und die gerade Linie, wonach die Kraft wirkt, ihre Richtung, directio.

§. 5. Erkl. Entgegengesetzte Kräfte heißen diejenigen, deren eine die Wirkung der andern ganz oder zum Theil hindert.

§. 6. Anm. Denken wir uns die eine dieser Kräfte als den Widerstand, der sich der Wirkung der andern entgegensetzt: so nennen wir sie Last, und die andere schlechthin Kraft.

§. 7. Erkl. Wirken entgegengesetzte Kräfte auf einen Körper, ohne daß eine Bewegung erfolge: so heißt dieser Zustand, worinn sie einander ganz aufheben, das Gleichgewicht, aequilibrium.

§. 8. Die 2te Erfahr. Jeder Körper, der in der Höhe ist, fällt, wenn ihn nichts hindert, ohne unser Zuthun zur Erde herab; hängt aber der Körper frey an einem Faden: so dehnt er denselben nach einer geraden Linie, welche auf der Oberfläche eines stillstehenden Wassers senkrecht ist.

§. 9. Zus. Es muß also etwas außer dem Körper seyn, welches ihn herabtreibt §. 3; und zwar in der Richtung des Fadens §. 5, in der er auch fallen würde, wenn der Faden losrisse.

§. 10. Erkl. Die Kraft, welche die Körper auf die Erde herabtreibt, oder herabzutreiben strebt, heißt die Schwere, gravitas, oder Schwerkraft, vis gravitatis; und die gerade Linie, nach der sie wirkt, die Richtung der Schwerkraft oder der Schwere.

§. 11. Anm. Ein Körper, auf den die Schwere wirkt, heißt ein schwerer Körper. Da aber alle Körper, die wir kennen, schwer gefunden werden §. 8: so schreibt man im gemeinen Leben den Körpern selbst die Schwere zu; indem die Kraft, der sie folgen, unsichtbar ist, und auf unsichtbare Art wirkt.

§. 12. Zus. 1. Die Richtung der Schwere ist auf der Oberfläche eines stillstehenden Wassers senkrecht. §. 8.

§. 13. Zus. 2. Ist die Erde eine Kugel, und die Fläche eines stillstehenden Wassers ein Stück der Erdfläche, oder ihr parallel: so ist die Richtung der Schwere auf der Kugelfläche der Erde senkrecht, und gehet folglich nach ihrem Mittelpunkt.

§. 14. Anm. Hängen mehrere Körper einzeln an Fäden: so scheinen uns diese parallel; weil ihr Abstand von einander gegen den Halbmesser der Erde ganz unbeträchtlich ist.

§. 15. Erkl. Das, worauf die Richtung der Schwere senkrecht ist, heißt horizontal, oder wagrecht; und alles, was hierauf senkrecht ist, vertical, oder lothrecht.

§. 16. Zus. 1. Eine verticale Ebene erforscht man durch ein Senkbley, (ein an einem Faden frey herabhängender Körper) welches in die verticale Ebene fällt, oder ihr parallel ist.

§. 17. Zus. 2. Eine horizontale Ebene erforscht man durch die Setzwage, Schrotwage (Fig. 1.) auf deren ebenen Grundfläche AB eine Linie CD senkrecht gezogen ist, welche ein in C herabhängendes Senkbley CE deckt, wenn AB horizontal ist.

§. 18. Die 3te Erfahr. Legt man Körper von einerley Größe und Gestalt, aber verschiedener Ma-

terie (z. E. von Stein oder Holz; von Bley oder Zinn) auf die Hand: so braucht man verschiedene Kraft, sie zu halten. (Stein mehr als Holz, Bley mehr als Zinn.) Ein und derselbe Körper aber (z. E. Bley) erfodert einerley Kraft, welche Gestalt man ihm auch gebe, wenn nur nichts dazu, und nichts davon kömmt.

§. 19. Erkl. Die Gewalt, womit ein Körper gehalten werden muß, wenn er nicht sinken soll, heißt sein Gewicht, pondus, welches man mittelst der Wage, die im folgenden erklärt wird, erforscht. Der Körper nämlich, der die Hand drückt, drückt eben so jede andere Fläche, und so auch die Wagschale, worinnen er liegt.

§. 20. Zus. 1. Es giebt Körper, die bey einerley Größe, oder bey einerley Raum, den sie füllen, verschiednes Gewicht haben.

§. 21. Zus. 2. Da jeder Körper, und jeder Theil eines Körpers, schwer ist, folglich, wenn er nicht sinken soll, gehalten werden muß: so ist das Gewicht eines Körpers als Wirkung der Schwere aller seiner Theile anzusehen.

§. 22. Zus. 3. Da man annehmen muß, daß die Schwere in jeden Theil eines Körpers gleich stark wirkt: so müssen diejenigen Körper, die mehr Gewicht, als andere von gleicher Größe, die mit ihnen einerley Raum anfüllen, haben, um so viel dichter, densiora, von schwererer Art, specifice graviora, seyn, als

als die andern, die lockerer, rariora, von leichterer Art, ſpecifice leviora, ſind.

§. 23. Zuſ. 4. Bey einerley Materie verhalten ſich die Gewichte, wie die Räume; und man nennt das Gewicht einer Materie für einen gewiſſen Raum, den man für die Einheit annimmt, ihr eigenthümliches Gewicht, pondus ſpecificum, oder auch ihre eigenthümliche Schwere, gravitas ſpecifica.

§. 24. Anm. 1. Man nennt auch wohl die Körper ſelbſt Gewichte; weil ſich bey allen ohne Ausnahme die Wirkung der ſchweren Theile durch ihr Gewicht offenbaret, und man für jeden Körper, in ſo fern es blos auf die Wirkung ſeines Gewichts ankömmt, einen andern beliebigen Körper von gleichem Gewichte (was man im gemeinen Leben **Gewichte** nennet) ſetzen kann. Ein Gewicht aber zu halten, erfodert einerley Gewalt, man mag es unmittelbar auf die Hand legen, oder an einen Faden hängen, oder auf einem Stabe tragen. Jedoch wird hiebey das Gewicht des Fadens oder des Stabes, er mag lang oder kurz ſeyn, nicht beachtet; weil blos von der Wirkung der Kraft auf das Gewicht die Rede iſt, folglich der Faden oder Stab, als ein bloßes Bild von der Art, wie die Kraft auf das Gewicht wirkt, ohne alle Schwere und Gewicht gedacht werden muß.

§. 25. Anm. 2. Da Körper von verſchiednen Geſtalten und Materien einerley Gewicht haben können §. 18: ſo kann man das Gewicht eines Körpers ohne den Raum, den er einnimmt, betrachten, und ihn alſo als einen **ſchweren Punkt** anſehen. Noch mehr laſſen ſich alſo die kleinſten Theile der Körper, als ſchwere Punkte betrachten, oder ſo anſehen, als wenn ſie mit ihrer Laſt nur einen gewiſſen Punkt des Körpers niedertrieben. Demnach laſſen ſich in einem Körper unzählig viele ſchwere Punkte vorſtellen.

§. 26. Die 4te Erfahr. Bey einigen Körpern (z. E. Steinen) laſſen ſich die Theile nur mit beträchtlicher Gewalt von einander trennen; und beym Fortſchieben eines ſolchen Körpers, werden alle ſeine

Theile, ohne ihre Lage und Verbindung unter einander zu verändern, zugleich mit fortgeschoben, wenn man gleich nur gegen einige dieser Theile wirkt. Bey andern Massen hingegen (z. E. Wasser) lassen sich die Theile ohne merkliche Kraft trennen, und einige Theile fortstoßen, ohne daß die übrigen nachfolgen.

§. 27. Erkl. Die von der ersten Art, deren Theile zusammenhängen, heißen feste, solida, die von der zweyten, deren Theile gar nicht oder unmerklich zusammenhängen, flüßige Körper, fluida.

§. 28. **Anm.** Ein Haufen Sand ist eine Menge von Sandkörnern, die, ohne ein Ganzes auszumachen, blos an einander liegen, und deren jedes ein fester Körper ist.

§. 29. Erkl. Feste Massen heißen biegsam, wenn man ihre Figur verändern, sie verlängern oder verkürzen kann, ohne daß der Zusammenhang ihrer Theile dadurch aufgehoben werde.

§. 30. Erkl. Eine Masse heißt elastisch, wenn sie jeder Kraft, die ihre Figur zu verändern strebt, sich nicht allein widersetzt, sondern auch ihre Figur zum Theil, oder völlig wieder annimmt, wenn jene Kraft nachläßt, oder wegfällt. Die Kraft des Körpers, seine Figur wieder herzustellen, wie z. E. bey einer Degenklinge oder Stahlfeder, heißt die Elasticität oder Federkraft.

§. 31. **Anm.** In der Statik wird vom Gleichgewicht überhaupt, besonders bey festen Körpern gehandelt; in der **Hydrostatik** aber das Gleichgewicht bey flüßigen nicht elastischen, und in der **Aërometrie** das Gleichgewicht flüßiger elastischer Körper betrachtet.

2. Der geradlinichte Hebel.

§. 32. Lehrs. Liegt eine gerade unbiegsame Linie AB, (Fig. 4) die für sich nicht schwer ist, in ihrer Mitte C horizontal auf einer festen unverrücklichen Unterlage, um welche sie sich drehen läßt; und es hangen an ihren beyden Enden A, B, gleiche Gewichte P, Q: so werden solche einander das Gleichgewicht halten.

Bew. Denn nähme man an, daß P sänke: so müßte man, da alles auf beyden Seiten gleich ist, mit gleichem Rechte annehmen, daß auch Q sänke, da doch beydes zugleich unmöglich ist; weil sonst beyde Gewichte entweder die Unterlage in C herabzögen, da diese doch nicht verrückt werden kann; oder die Linie AB herabbeugten, da diese doch unbiegsam ist.

§. 33. Zus. 1. Das, was den Punkt C hält, trägt die ganze Last von P und Q, daß sie nicht sinkt; eben so als hingen beyde Gewichte zusammen an einem Faden von C herab; in so fern nämlich AB keine Schwere hat.

§. 34. Zus. 2. Ungleiche Gewichte an A und B können nicht im Gleichgewichte seyn. Denn wäre $P > Q$: so hielte der Theil von P, welcher dem Q gleich ist, mit Q das Gleichgewicht §. 32, und müßte also mit dem übrigen Theile, dem nichts entgegen stehet, den Punkt A herabziehen. Folglich sinkt das größere Gewicht, und ist auf dessen Seite das Uebergewicht, die Ueberwucht, praepondium.

§. 35. Zus. 3. Ueber eine Kreisscheibe (Fig. 2) die sich um ihren Mittelpunkt C, durch welchen ein unverrückter Stift steckt, drehen läßt, sey ein Faden gelegt, an dessen Endpunkten gleiche Gewichte P, Q, hangen, welche die Scheibe nach entgegengesetzten Seiten zu drehen streben: so werden diese einander das Gleichgewicht halten. Diese Scheibe nennt man eine Rolle.

§. 36. Zus. 4. Wird der Faden, der über diese Rolle gehet, über zwey andere Rollen F, G, geleitet, so daß die gleichen Gewichte p, q, in der Richtung der Tangenten DF, EG, die erste Rolle noch nach entgegengesetzten Seiten zu drehen streben: so werden diese ebenfalls einander das Gleichgewicht halten.

Denn ziehet man den horizontalen Durchmesser AB, und die Halbmesser CD, CE: so ziehet P an CA, und p an CD, senkrecht; und eben so Q an CB, und q an CE. Setzt man nun die Gewichte p, q, den vorigen gleich: so thut p, was P, und q, was Q thut. Wären also P, Q, im Gleichgewicht: so müssen es auch p, q seyn. (Auch bleibt dieses Gleichgewicht, wenn die gleichen p, q, den vorigen ungleich sind.)

§. 37. Zus. 5. Durch Rollen F, G, kann man machen, daß Gewichte p, q, vertical herabhängen, und doch nach beliebigen Richtungen ziehen. Daher lassen sich Kräfte aller Art, was für Richtungen sie auch haben mögen, durch Gewichte vorstellen.

§. 38. Zus. 6. Man könnte daher den Faden, der unten um die Rolle (Fig. 3) gehet, über zwey andere

Rol=

Rollen F, G, so leiten, daß die gleichen Gewichte p, q, vertical aufwärts zögen; und sie würden ebenfalls im Gleichgewichte seyn.

Denn setzt man diese Gewichte p, q, den Gewichten P, Q, in (Fig. 2) gleich: so ist hier alles wie dort, nur mit dem Unterschiede: p thut das, was Q, und q das, was P that.

§. 39. **Anm.** Die gleichen Gewichte P, Q, (Fig. 2) und p, q, (Fig. 3) thun nichts weiter, als daß sie den Durchmesser der Rolle AB, um den Punkt C zu drehen streben; und es würde also dasselbe bleiben, wenn man sich (Fig. 4) blos den Durchmesser AB als eine unbiegsame gerade Linie gedächte, welche gleiche Gewichte P, Q, oder p, q, in den Endpunkten A, B, um die unverrückte Mitte C zu drehen strebten.

§. 40. **Erkl.** Ein geradlinichter mathematischer Hebel ist eine unbiegsame gerade Linie ohne Schwere, in welcher theils ein unverrückter Punkt, der Ruhepunkt oder Bewegungspunkt, um den sich der Hebel auf einer Unterstützung oder Unterlage, hypomochlion, drehen läßt; theils zwey Punkte, woran Kraft und Last nach entgegengesetzten Seiten wirken.

§. 41. **Erkl.** Der Hebel, vectis, (Fig. 6.) heißt zweyarmig, heterodromus, ACB, wenn die Punkte für die Kräfte A, B, auf beyden Seiten der Unterstützung C sind; einarmig, homodromus, CDB, wenn die Punkte für die Kräfte, D, B, auf einer Seite der Unterstützung C sind.

Anm. Am **zweyarmigen** Hebel ziehen beyde Gewichte entweder zugleich unterwärts, oder zugleich aufwärts; am **einarmigen** ziehet allemahl das eine aufwärts; und das andere unterwärts; welches alles sich durch Rollen bewerkstelligen läßt. §. 37.

§. 42. Erkl. Ein Perpendikel vom Unterstützungspunkte des Hebels auf die Richtung der Kraft, heißt ihre Entfernung, nämlich vom Unterstützungspunkte. Z. E. (Fig. 6.) CA ist die Entfernung der Kraft P; CB der Kraft Q; CD der Kraft S.

§. 43. Anm. Die Richtungen der Kräfte werden stets auf den Hebel senkrecht angenommen, wenn nicht das Gegentheil ausdrücklich angezeigt wird. In jenem Falle sind die Hebelarme die Entfernungen der Kräfte.

§. 44. Lehrs. Sind zwey Kräfte in gewissen Entfernungen am Hebel der einen Art (§. 41.) im Gleichgewichte: so sind eben die Kräfte in eben den Entfernungen auch am Hebel der andern Art im Gleichgewichte.

Bew. 1) Es sey am einarmigen Hebel CDB (Fig. 6.) zwischen S, Q, in den Entfernungen CD, CB, ein Gleichgewicht. Man verlängere BC nach A, mache CA = CD, und hänge anstatt S in D, ein Gewicht P = S in A an: so zieht es den Punkt D noch eben so stark in die Höhe, als vorher S that §. 38. 39. und hält also am zweyarmigen Hebel ACB mit Q noch das Gleichgewicht.

2) Auf eben die Art wird der Schluß vom zweyarmigen Hebel auf den einarmigen gemacht.

§. 45. Zus. Aus dem Beweise §. 44. erhellet, wie man jede Kraft am Hebel von einer Seite auf die andere bringen könne, wenn man sie nur so ziehen läßt, daß sie auf einerley Punkt einerley Wirkung behalte.

§. 46. Lehrs. Zwey entgegengesetzte Kräfte am Hebel sind im Gleichgewichte, wenn sie sich wie ihre Entfernungen umgekehrt verhalten.

Bew. 1) Es sey am zweyarmigen Hebel CDB (Fig. 6.) CD = DB, und R = Q: so ist ein Gleichgewicht §. 32, und D trägt eine Last S = R + Q = 2Q §. 33, so daß das Gewicht S, wenn es anstatt der Unterlage den Punkt D in die Höhe zieht, mit R und Q das Gleichgewicht hält.

2) Dieses Gleichgewicht bleibt, wenn man R wegnimmt, und dafür durch C einen Stift steckt, der eben so, wie vorher R, verhindert, daß der Punkt C auf oder nieder gehe. Demnach hält am einarmigen Hebel CDB das doppelte Gewicht S in der einfachen Entfernung AC, mit dem einfachen Gewichte Q in der doppelten Entfernung CB das Gleichgewicht.

3) Ein gleiches gilt daher auch von dem zweyarmigen Hebel ACB, wenn AC = CD, und anstatt S in D ein Gewicht P = S an A hängt §. 44; da dann C eine Last = P + Q = 3Q trägt, und eben so, wie vorher bewiesen wird, daß an beyden Arten des Hebels die dreyfache Kraft, in der einfachen Entfernung, mit der einfachen Kraft, in der dreyfachen Entfernung, das Gleichgewicht halte.

4) So siehet man leicht ein, daß sich auf eben die Art von der dreyfachen Entfernung und Kraft auf die vierfache, von dieser auf die fünffache und so ohne Ende von jeder vorhergehenden auf die nächstfolgende schließen lasse.

5)

5) Nun sey an irgend einem zweyarmigen Hebel ACB (Fig. 6.) P : Q = CB : CA. Man setze z. B. diese Verhältnisse = 3 : 2 welches ohne Schaden der Allgemeinheit des Beweises geschehen kann, da dieser sich nicht auf die angenommenen Zahlen einschränkt (Arith. §. 52.) Es sey also, doch nur z. B. CB : CA = 3 : 2, und P : Q = 3 : 2, folglich 3Q = 2P. Man nehme CE = 1, und lasse in E ein Gewicht V = 3Q = 2P aufwärts, und ein anderes W = V abwärts ziehen: so hält, nach dem so eben bewiesenen, V mit Q, und W mit P, folglich alle diese vier Gewichte mit einander das Gleichgewicht; welches, da V und W einander aufheben, folglich ohne Veränderung der Sache weggenommen werden können, alsdann noch zwischen P und Q bleibt.

6) Vom zweyarmigen Hebel gilt der Schluß auf den einarmigen §. 44.

§. 47. **Anm.** Wenn hier und im folgenden Gewichte und Entfernungen in Proportion gebracht werden: so muß man sich die Verhältnisse in Zahlen ausgedruckt gedenken.

§. 48. **Zus. 1.** Zwey entgegengesetzte Kräfte am Hebel, P, R, die sich nicht wie ihre Entfernungen umgekehrt verhalten, können nicht im Gleichgewichte seyn.

Denn es sey (Fig. 6.) CB : CA = P : Q folglich $Q = \frac{CA}{CB}$. P, mit P im Gleichgewichte: so kann R, welches nicht = Q ist, nicht mit P im Gleichgewichte seyn.

§. 49. **Zus. 2.** Die Gewalt, welche P und Q anwenden, den Hebel (Fig. 6.) nach entgegengesetz-

ten

ten Seiten zu drehen, ist nur alsdann gleich, wenn P. CA = Q. CB ist (Ar. §. 162.).

§. 50. Zus. 3. Nennt man das Product einer Kraft am Hebel in die Entfernung ihr Moment: so ist am Hebel nur ein Gleichgewicht der Kräfte, wenn ihre Momente gleich sind.

§. 51. Zus. 4. Drehte sich (Fig. 7.) der Hebel um C, daß er aus der Lage AB, in die Lage FE käme: so wäre P und FG gestiegen, Q und HE gesunken; und es wäre FG : HE = CF : CE = CA : CB. (Plan. §. 214.)

Demnach verhalten sich die Kräfte am Hebel im Stande des Gleichgewichts, wie ihre Wege, umgekehrt; und es erfodert einerley Gewalt, mit einer kleinen Kraft durch einen großen Raum zu gehen, als eine um so viel größere Last durch einen um so viel kleinern Raum zu führen.

3. Der Schwerpunkt.

§. 52. Aufg. Es sind (Fig. 6.) zwey Gewichte P, Q, am Hebel, nebst ihrem Abstande von einander AB, gegeben; man soll den Ort der Unterstützung für das Gleichgewicht finden.

Auflös. Man nimmt an, daß beyde Gewichte nach einer Seite ziehen, daher zwischen beyden die Unterstützung C so seyn muß, daß P : Q = BC : AC §. 46. folglich P + Q : Q = AB : AC, oder P + Q : P = AB, BC (Ar. §. 169.) folglich $AC = \frac{AB.Q}{P+Q}$, und $BC = \frac{AB.P}{P+Q}$ (Ar. §. 154.)

Anm.

Anm. Zögen die Gewichte S, Q, deren Abstand BD, nach verschiednen Seiten: so ist C ihnen zur Seite so anzunehmen, daß $S : Q = BC : DC$ folglich $S - Q : Q = BD : DC$, oder $S - Q : S = BD : BC$, folglich $DC = \frac{BD.Q}{S-Q}$, und $BC = \frac{BD.S}{S-Q}$

§. 53. Man findet also den Abstand des Unterstützungspunktes von der einen Kraft, wenn man die andere Kraft mit dem gegebenen Abstande beyder Kräfte multiplicirt und dieses Product mit der Summe (in der Anmerkung mit der Differenz) beyder Kräfte dividirt.

§. 54. us. 1. Der Unterstützungspunkt fällt immer an die Seite der größern Kraft P; weil in den Ausdrücken für AC, BC §. 52. $AB.P > AB.Q$ ist, (auch in der Anmerk. $BD.S > BD.Q$.)

§. 55. us. 2. Das, was C in §. 52. unterstützt, leidet eine Gewalt $P + Q$, auf eben die Art, als wären beyde Gewichte P, Q, in C vereinigt. Dieser Punkt wird beyder Gewichte gemeinschaftlicher Schwerpunkt, Centrum gravitatis commune, genannt.

§. 56. us. 3. Wird der Hebel in solchem Schwerpunkte C gestützt, oder gehalten: so kann keine Bewegung erfolgen. Bringt man aber die Unterstützung in einem andern Punkte D zwischen den Gewichten, oder in d ihnen zur Seite, an: so muß der Schwerpunkt C, der von beyden Gewichten niedergezogen, und von nichts gehalten wird, sinken; und zwar im ersten Falle mit dem Ueberschusse des größern Moments über das kleinere, $P.AD - Q.DB$; im zweyten,

ren, mit der Summe beyder Momente, P. Ad + Q. Bd.

§. 57. Zus. 4. Dieses Sinken würde aber verhindert, wenn man die Summe beyder Gewichte in ihrem Schwerpunkte C aufwärts ziehen ließe. Denn alsdann wäre in §. 56.

1) im ersten Falle (P + Q) CD, d. i. P. CD + Q. CD = P. (AD − AC) + Q. (CB − DB) = P. AD − P. AC + Q. CB − Q. DB (und weil Q. CB − P. AC = 0. §. 50.) = P. AD − Q. DE.

2) im zweyten Falle (P + Q). Cd, d. i. P. Cd + Q. Cd = P. (Ad + AC) + Q. (Bd − CB) = P. Ad + P. AC + Q. Bd − Q. CB, (und weil P. AC − Q. CB = 0. 50.) = P. Ad + Q. Bd.

§. 58. Zus. 5. Sind zwey Gewichte P, Q, nebst ihrem Abstande von einem Punkte des Hebels D, oder d, gegeben: so findet man den Abstand ihres Schwerpunktes C von dem gegebenen Punkte aus §. 57, wo (P + Q) CD = P. AD − Q. DB, und (P + Q) Cd = P. Ad + Q. Bd; folglich $CD = \frac{P.AD - Q.DB}{P+Q}$, und $Cd = \frac{P.Ad + Q.Bd}{P+Q}$; das heißt, man findet den gesuchten Abstand, wenn man im ersten Falle die Differenz, im zweyten die Summe der Momente, mit der Summe der Gewichte dividirt.

§. 59. Zus. 6. Die Kräfte P und Q, in A und B, heben die Kraft P + Q, die in C aufwärts ziehet, auf. §. 57. Eben dies aber würde die Kraft P + Q, die in C abwärts ziehet, thun. Folglich ist es einer-

ley,

ley, ob P und Q abgesondert, oder ihre Summe im gemeinschaftlichen Schwerpunkte C an Hebel wirkt, d. i. zwey Gewichte am Hebel lassen sich allemahl in ihrem Schwerpunkte vereinigen, und man findet solches aus §. 53. oder 58.

§. 60. Zus. 7. Wären mehrere Gewichte zu vereinigen: so suche man erst den Vereinigungspunkt für zwey, dann für die Summe dieser zwey und das dritte u. s. w. So findet man zuletzt den Vereinigungspunkt für alle.

§. 61. Zus. 8. Sind mehrere schwere Punkte, in einer, oder mehrern Ebenen, durch unbiegsame Stangen ohne Schwere so verbunden, daß sie ihre Lage gegen einander nicht ändern: so läßt sich nach §. 60. der gemeinschaftliche Schwerpunkt für alle finden. Da man nun in einem Körper überall schwere Punkte annehmen kann §. 25, welche durch die Festigkeit des Körpers, anstatt der Stangen, verbunden sind: so giebt es für sie alle, folglich für den ganzen Körper, einen Schwerpunkt, in welchem man sich sein ganzes Gewicht vereinigt gedenken kann, (dessen Unterstützung macht, daß der Körper nur alsdann, sonst aber nicht fest stehet). Jede gerade Linie, oder jede Ebene, durch diesen Punkt, heißt ein Durchmesser, oder eine Ebene der Schwere.

§. 62. Zus. 9. Die Schwerkraft treibt den Körper in der Verticallinie durch seinen Schwerpunkt, welche daher die Directionslinie des Körpers heißt. Alles, was den Schwerpunkt in dieser Linie hält,

oder ihm genugsam entgegen wirkt, verhindert seinen Fall.

§. 63. Zus. 10. Hieraus folgt eine bequeme Methode, den Schwerpunkt eines jeden Körpers durch Versuche zu finden, wenn man ihn an einem Faden in zwey unterschiednen Punkten nach einander aufhängt, daß er ruhet, und die Richtungen des Fadens durch den Körper in Gedanken verlängert; da denn ihr Durchschnitt den Ort des Schwerpunkts giebt.

§. 64. **Anm.** Bey der Unterstützung der Körper kommen folgende Fälle vor:

1) Soll der Körper nur in einem Punkte unterstützt werden: so muß dieser Punkt in der Directionslinie liegen.

a) liegt der Unterstützungspunkt alsdann niedriger, als der Schwerpunkt: so bringt die geringste Abweichung von der Verticallinie den Körper zum Falle. Z. E. ein Kegel steht auf seiner Spitze höchst unsicher. Eine Kugel liegt zwar auf einer wagrechten Ebene in jeder Lage ruhig, weil die Directionslinie allemahl die Stelle trift, wo sie die Ebene berührt; aber bey der geringsten Abweichung der Ebene von der wagrechten Lage, ist die Stelle, wohin die Directionslinie trift, nicht unterstützt, und die Kugel rollt herab.

b) liegt der unterstützte Punkt höher, als der Schwerpunkt (wenn man z. E. einen Kegel aushöhlt): so ist der Körper desto sicherer vor dem Falle, je tiefer der Schwerpunkt liegt, und je größer das Gewicht des Körpers ist

2) Soll der Körper in einer geraden Linie unterstützt werden: so muß diese Linie in der Verticalebene durch den Schwerpunkt liegen. Liegt alsdann der Schwerpunkt höher, als die Unterstützungslinie, welches die Seitenlinie eines dreyeckigen Prisma seyn kann: so muß der Körper bey der geringsten Abweichung von der Verticalebene umfallen.

3) Ist der Körper in seiner Grundfläche unterstützt: so muß die Directionslinie innerhalb des Grundes fallen, wenn er fest stehen soll. Bey gleichen Grundflächen steht alsdann der Körper bey kleinerer Höhe sicherer, als bey größerer.

4. Der physische Hebel und die Wage.

§. 65. Aufg. Es sey (Fig. 8.) ACB ein physischer Hebel, dessen Gewicht G und Schwerpunkt D bekannt ist; man sucht von den drey Dingen, Kraft P, Last Q, Ort der Unterstützung C, eines, wenn die beyden andern gegeben sind.

Auflös. Denkt man sich das Gewicht des Hebels G in D vereinigt: §. 61. so hat man einen mathematischen Hebel, an dem drey Gewichte, P, G, Q, hängen. Vereinigt man P + G in E: §. 59. so ist (P + G) CE = G . CD + P . AC. Nun ist im Stande des Gleichgewichts Q . BC = (P + G) CE. Folglich ist Q . BC = G . CD + P . AC.

1) Ist nun der Ort der Unterstützung C gegeben: so ist $Q = \frac{G.CD + P.AC}{CB}$, und $P = \frac{Q.BC - G.CD}{AC}$.

2) Sucht man den Ort der Unterstützung C: so ist BC = AB — AC; CD = AC — AD, und dies in obige Gleichung gesetzt, Q . (AB — AC) = G . (AC — AD) + P . AC, d. i. Q . AB — Q . AC = G . AC — AD + P . AC. folglich Q . AB + G . AD = G . AC + P . AC + Q . AC = (G + P + Q) AC, folglich $AC = \frac{Q.AB + G.AD}{G + P + Q}$, woraus sich zugleich BC = AB — AC ergiebt; welches man auch findet, wenn man die Gewichte Q, P, und ihre Aufhängepunkte B, A, verwechselt.

§. 66. Zusatz. 1. Ist G = o: so wird $AC = \frac{Q.AB}{P + Q}$ wie §. 52.

§. 67.

§. 67. Zusatz. 2. Ein Gewicht g in B, welches dem Gewichte des Hebels G in D das Gleichgewicht hielte, müßte so seyn, daß $g.CB = G.CD$, folglich $g = \frac{G.CD}{CB}$ wäre. Hängt man nun g in B an: so kann man ACB als einen mathematischen Hebel betrachten, woran die Gewichte P, Q, wirken.

Wäre die Unterstützung in D: so hielten die gleichschweren Hebelsarme DA, DB einander selbst das Gleichgewicht; und der Hebel ADB wäre als ein mathematischer Hebel anzusehen.

Dieser Fall findet auch bey der Rolle Statt, auf deren Schwere man also nicht zu achten hat, wenn man die daran wirkenden Kräfte vergleichen will.

§. 68. **Anm.** Wäre AB ein Balken in zwey Punkten A, B unterstützt, und nicht nur mit seinem eigenen Gewichte, sondern auch mit einer Last in C, oder auch mit mehrern in andern Punkten beschwert; und man wollte den Druck, den jede Unterlage leidet, wissen: so verfahre man also: Man suche den gemeinschaftlichen Schwerpunkt aller Gewichte, in welchem man ihre Summe S vereinigt. Gesetzt, dieser Punkt wäre E: so hätte man eine unbiegsame Linie AB ohne Schwere, die in A und B unterstützt, und in E mit einem Gewichte S beschwert wäre. Nun sey anstatt der Unterlage in A eine Kraft P mit S im Gleichgewichte: so ist $P . AB = S . BE$, folglich $P = \frac{S . BE}{AB}$ welches den Druck der Unterlage A bestimmt. Eben so sey anstatt der Unterlage in B eine Kraft Q mit S im Gleichgewichte: so ist $Q . AB = S . AE$, folglich $Q = \frac{S . AE}{AB}$, der Druck der Unterlage B. Demnach ist $P : Q = \frac{S . BE}{AB} : \frac{S . AE}{AB} =$ BE : AE. (Ar. §. 157.) d. i. die Stützen tragen in der Verhält-

niß BE : AE, oder umgekehrt, wie ihre Entfernungen von dem Punkte E.

§. 69. Erkl. Eine Wage ist ein physischer Hebel, womit man das Gewicht einer jeden Masse mittelst eines bekannten Gegengewichts finden kann.

§. 70. Zus. 1. Soll das Gegengewicht dem Gewichte der Masse allemahl gleich seyn: so wird dazu ein gleicharmiger Hebel erfordert. Dies giebt die gleicharmige Wage, bilanx, libra. Aber auch einerley Gegengewicht kann in verschiedenen Entfernungen von der Unterstützung verschiedenen Lasten das Gleichgewicht halten. Dies giebt die Schnellwage, oder die ungleicharmige Wage, statera, deren Eintheilung sich auf §. 65. gründet, und wovon man zwey Arten hat: die Römische, wenn sich das Gegengewicht am langen Arme; die Schwedische oder Dänische, wenn sich der Ring an dem daran hangenden Wagebalken verschieben läßt.

§. 71. Zus. 2. Auch mit einer unrichtigen Wage läßt sich das wahre Gewicht einer Masse finden, wenn man in ihre Stelle bekannte Gewichte einlegt, die dem zuerst gefundenen Gegengewichte das Gleichgewicht halten. Diese geben das wahre Gewicht der Masse.

§. 72. Zus. 3. Wenn man einen Körper, dessen Größe man geometrisch bestimmen kann, und der aus einerley Materie bestehet, auf einer Wage genau abwägt, und sein Gewicht mit der bekannten

Größe

Größe dividirt: so giebt der Quotient das specifische Gewicht der Materie. §. 23. Flüssige Materien thut man in ein Gefäß, dessen Größe und Gewicht bekannt ist, und wägt sie darinnen ab. Die Hydrostatik giebt für feste so wohl, als flüssige Körper bessere Methoden an.

§. 73. Zus. 4. Wird die specifische Schwere eines Körpers, der aus einerley Materie besteht, mit seiner Größe multiplicirt: so giebt das Product das Gewicht des Körpers, auch ohne Wage. §. 23.

§. 74. Zus. 5. Wird das Gewicht eines Körpers, der aus einerley Materie bestehet, mit der specifischen Schwere dividirt: so giebt der Quotient die Größe des Körpers. §. 23.

§. 75. Zus. 6. Sind zwey solche Körper von einerley Größe: so verhalten sich ihre specifischen Schweren oder Dichtigkeiten, wie ihre Gewichte §. 22.

§. 76. Zus. 7. Sind zwey solche Körper von einerley Gewichte: so verhalten sich ihre specifischen Schweren oder Dichtigkeiten umgekehrt wie ihre Größen. §. 22.

5. Der Winkelhebel und das Parallelogramm der Kräfte.

§. 77. Erkl. Ein Winkel ACB, (Fig. 9.) der seine Größe unverändert behält, und sich um seinen unverrückten Scheitel C drehen läßt, heißt ein Winkelhebel, oder gebrochener Hebel.

§. 78. Lehrs. Zwey Kräfte am Winkelhebel sind im Gleichgewichte, wenn sie sich umgekehrt wie ihre Entfernungen verhalten.

Beweis 1) Die Kräfte R, S, (Fig. 5.) ziehen senkrecht auf die Arme des Winkelhebels ECF.

Um C beschreibe man mit CE, CE, Kreise, ziehe ihren wagrechten Durchmesser ACB, und hänge P = R an A; Q = S an B: so drehen R und P mit gleicher Gewalt an der kleinern, S und Q an der größern Scheibe. §. 36. Nun sind P und Q im Gleichgewicht, wenn P : Q = CB : CA §. 46; folglich auch R und S, wenn R : S = CB : CA = CF : CE.

2) Die Kräfte P, Q, (Fig. 9.) ziehen schief an den Armen des Winkelhebels ACB.

Von C fälle man auf die Richtungen der Kräfte AP, BQ (die in der Ebene ACB angenommen werden) die Perpendikel CD, CE. Nun strebt P die Ebene mit gleicher Gewalt um C zu drehen, in welchem Punkte ihrer Richtung, A oder D, sie auch angebracht sey, und dies gilt auch eben so von Q in B oder E. Sind aber P und Q in D und E angebracht: so ist nach dem

dem ersten Beweise ein Gleichgewicht, wenn P : Q = CE : CD. Folglich bleibt dieselbe Verhältniß, wenn auch P und Q in A und B angebracht sind. (vergl. §. 24.)

§. 79. Zus. 1. Ziehen die Kräfte an dem geradlinichten Hebel NCT nach obigen Richtungen: so gelten noch obige Schlüsse; und es ist daher das Gesetz des Hebels §. 46. allgemein, wenn auch die Kräfte nicht senkrecht auf die Arme des Hebels wirken.

§. 80. Zus. 2. Es ist offenbar, daß die Kräfte in dieser Verhältniß einander zwar am Umdrehen der Ebene verhindern, aber dabey zugleich auf den Stift, um den sich C drehen sollte, drücken. Die Richtung nun, in welcher dieser gemeinschaftliche Druck geschiehet, heißt die mittlere Richtung der Kräfte.

§. 81. Zus. 3. Verlängert man die Richtungen der Kräfte PA, QB, bis sie einander in F schneiden, und ziehet FC: so ist diese Linie die mittlere Richtung.

Denn sie ist es offenbar, wenn beyde Kräfte in F angebracht wären; weil sie nothwendig durch den Punkt F, wo die Kräfte beysammen sind, und durch den Punkt C, der gedruckt wird, gehen muß. Nun aber wirken die Kräfte mit gleicher Gewalt, in welchem Punkte ihrer Richtung sie auch angebracht sind. Folglich bleibt die mittlere Richtung FC auch, wenn P in A, und Q in B angebracht sind.

§. 82. Zus. 4. Nimmt man auf den Schenkeln des Winkels AFB, (des Richtungswinkels) zwey

Linien FH, FG, die sich wie die Kräfte P, Q, verhalten, und ergänzt das Parallelogramm GH: so ist dessen Diagonale FC die mittlere Richtung.

Denn ziehet man CG, CH, mit AP, BQ, parallel: so ist CGE = GFH = CHD, (Plan. §. 86.) folglich CG : CH = CE : CD = P : Q. (Plan. §. 214.) Nun ist FH = CG, und FG = CH (Plan. §. 94.) Folglich ist auch FH : FG = P : Q.

§. 83. Zus. 5. Wenn die Kräfte P, Q, die den Punkt F nach FH, FG, ziehen, sich wie diese Linien verhalten: so halten sie zwar einander das Gleichgewicht, so daß der Punkt F weder der einen, noch der andern Kraft einzeln folgt; würden aber, wenn die Unterstützung in C es nicht hinderte, zusammen den Punkt F nach FC ziehen, folglich in dieser Absicht das thun, was eine einzige Kraft, die nach FC zöge, thun würde. Diese einzige Kraft heißt die mittlere Kraft; die beyden einzelnen P, Q, werden äußere oder Seitenkräfte genannt.

§. 84. Lehrs. Die Diagonale des Parallelogramms GH, (Fig. 9.) dessen Seiten FH, FG, sich wie die äußern Kräfte P, Q, verhalten, bestimmt nicht nur die Richtung, sondern auch die Größe der mittlern Kraft.

Bew. Verlängert man CF über F hinaus, und denkt sich eine Kraft R, die der mittlern gleich wäre, und den Punkt F nach FM zöge: so werden

die

die drey Kräfte P, Q, R, ohne daß der Stift in C noch nöthig ist, einander das Gleichgewicht halten, und man kann jede derselben als die mittlere Kraft der beyden übrigen ansehen.

Verlängert man demnach GF über F hinaus, und ziehet HK der FC; KM der FH parallel: so ist des Parallelogramms HM Diagonale FK die mittlere Richtung der äußern Kräfte FM, FH. Nun ist KM der FH, folglich auch der GC, gleich und parallel, und MKF = FGC, (Plan. §. 86.) auch bey F gleiche Winkel. Folglich ist FK = FG, und FM = FC. (Plan. §. 80.) Demnach giebt FC die Richtung und Größe der mittlern Kraft für P und Q.

§. 85. **Anm.** Man sagt zwar der Kürze wegen: die Kräfte FG, FH, FC; aber diese Linien sind nicht die Kräfte selbst, sondern zeigen nur ihre Richtungen und Verhältnisse zu einander an, so daß eigentlich P : Q : R = FH : FG : FC ist, d. i. P : Q = FH : FG, Q : R = FG : FC, P : R = FH : FC; wonach man allemahl obigen Ausdruck verstehen muß.

§. 86. **Zus. 1.** Stellt FC die Richtung und Größe einer Kraft vor, welche den Punkt F durch FC ziehet oder treibet, und man beschreibt um diese Linie, als um eine Diagonale, ein beliebiges Parallelogramm GH: so kann man sich die gegebene Kraft FC vorstellen, als sey sie aus den beyden äußern oder Seitenkräften FG, FH zusammengesetzt, oder in sie zerlegt. Man nennet dieses daher die Zusammensetzung und Zerlegung der Kräfte, compositio et resolutio virium. Das Parallelogramm, welches

diese Kräfte bestimmt, heißt das Parallelogramm der Kräfte, parallelogrammum virium.

§. 87. Zus. 2. Im △FGC, wo CG = FH, geben zwey Seiten FG, GC, die äußere Kräfte P, Q, die dritte Seite FC aber die mittlere R, welche also kleiner, als die Summe, und größer, als die Differenz der beyden ist. (Plan. §. 72. 75.)

§. 88. **Anm.** Anwendungen dieser Lehre giebt es unzählige, z. E. auf Vergleichung dreyer Kräfte, welche mittelst eines Seils ACB gegen einander wirken, auch selbst auf Bewegungen, da z. E. ein Schiff, das in einer gewissen Zeit vom Strome durch FG, vom Winde durch GC getrieben ist, von beyden zusammen in dieser Zeit durch FC geführet wird. Daher verdient diese Lehre noch genauere Entwickelungen, die im zweyten Cursus vorkommen. Hier nur noch eine Aufgabe.

§. 89. **Lehrs.** Zwey oder mehrere Kräfte, (Fig. 10.) deren Richtungen in einem Punkte A zusammenlaufen, in eine Kraft zu vereinigen, und eine Kraft in zwey oder mehrere Kräfte zu zerlegen.

Auflös. 1. Man soll die 3 Kräfte AB, AC, AD in eine Kraft vereinigen.

Aus BAC vollende man das Parallelogramm BC: so sind AB, AC, in AE vereinigt. Aus EAD vollende man das Parallelogramm ED: so sind AE, AD, d. i. AB, AC, AD, in AF vereinigt.

Eben so verfahre man weiter, wenn noch mehrere Kräfte durch A nach ihren Richtungen und Verhältnissen gegeben sind.

2) Man

2) Man soll die Kraft AF in zwey oder drey Kräfte zerlegen.

Um AF, als eine Diagonale, beschreibe man ein beliebiges Parallelogramm DE: so ist AF in AD, AE, zerlegt. Um AE beschreibe man ein Parallelogramm BC: so ist AE in AB, AC, folglich AF in AB, AC, AD, zerlegt.

Eben so verfahre man weiter, wenn noch mehrere Kräfte verlangt werden.

§. 90. Zus. 1. Hieraus erhellet zugleich, daß die Kräfte AB, AC, AD u. s. w. auch in verschiedenen Ebenen liegen können, wenn sie nur in einem Punkte zusammentreffen. Jedoch sind jede zwey und ihre mittlere allemahl in einer Ebene.

§. 91. Zus. 2. Verlängert man FA über A hinaus: so hält in dieser Richtung eine Kraft AG = AF, den Kräften AB, AC, AD, zusammen das Gleichgewicht.

§. 92. Zus. 3. Ueberhaupt ist klar, wenn man drey Kräfte AE, AD, AG, hat, die einander das Gleichgewicht halten, daß man jede derselben verlängern, und als die mittlere Kraft der beyden übrigen darstellen könne; und wiederum, wenn man drey Kräfte AE, AD, AF, hat, wovon letztere die mittlere Kraft der beyden ersten ist, daß man sie als drey Kräfte, die einander das Gleichgewicht halten, darstellen könne.

§. 93. **Anm.** 1. Soll (Fig. 11.) eine Kraft AB in 2 Seitenkräfte zerlegt werden, deren eine durch einen gegebenen Punkt C einer gegebenen Linie DE, aber nicht der AB, parallel, und von einer gegebenen Größe DF < AB sey: so ziehe man durch C der DE die GH parallel, mit welcher AB in H zusammenläuft, (Plan. §. 85.) mache HK = SB, HL = DF, ziehe LK, und vollende das Parallelogramm LM.

§. 94. **Anm.** 2. Soll (Fig. 12.) eine Kraft AB in 2 Seitenkräfte zerlegt werden, daß deren Richtungen den Linien DC, CE, die mit AB in einer Ebene sind, und sich unter einem beliebigen Winkel schneiden, parallel sind: so ziehe man durch A die AF, AG der CD, CE, parallel, und vollende das Parallelogramm FG.

§. 95. **Anm.** 3. Soll (Fig. 12.) eine Kraft AH in 3 Kräfte zerlegt werden, daß deren Richtungen den Linien CK, CD, CE, die sich beliebig in C schneiden, aber nicht in einerley Ebene liegen, parallel sind (wenn z. E. CD, CE in der Ebene des Papiers, CK darüber): so ziehe man durch A die AM der CK parallel, lege durch MAH eine Ebene, welche die Ebene durch DCE in AB schneide, und vollende das Parallelogramm BM: so ist AH in AM, der CK parallel und in AB zerlegt; und man kann nach §. 94. AB in AF, AG, parallel mit CD, CE zerlegen.

6. Die Winde und das Räderwerk.

§. 96. **Erkl.** Eine **Winde**, oder ein **Rad an der Axe**, eine **Radwelle**, axis in peritrochio, (Fig. 13.) entstehet, wenn ein Cylinder AB, (die **Welle**) welcher mit den **Zapfen** c, d, in den **Zapfenlagern** oder **Pfannen** e, f, ruhet, mittelst des **Rades** GH, oder der **Speichen** ab, gh, oder der **Kurbel** d m k n, umgedrehet werden kann, so, daß sich ein daran be-

festig-

festigtes Seil um denselben wickelt, und die daran geknüpfte Last R in Bewegung gebracht wird.

§. 97. **Anm.** 1. Die Last kann an der Welle frey herabhängen oder mittelst der Rollen mancherley beliebige Richtungen erhalten. Auch kann die Last, oder jeder andere Widerstand, auf mannigfaltige Arten an der Welle wirken, die jedoch alle auf obige Vorstellung zurückgeführt werden können.

§. 98. **Anm.** 2. Die Winden sind theils liegend oder wagrechte, und heißen **Haspeln**; theils stehend oder vertical, und heißen **Göpel**. Jene werden **Radhaspeln, Kreuzhaspeln,** oder **Hornhaspeln** genannt, je nachdem die Kraft mittelst des Rades GH, oder der Speichen a b, g h, oder der Kurbel d m k n wirkt.

§. 99. **Anm.** 3. Die Bewegung der Winde kann durch Kräfte der Menschen und Thiere, auch lebloser Dinge geschehen. Die Menschen können mit ihren Händen unmittelbar an die Kurbel, die Speichen, das Rad fassen, oder an einer um das Rad gelegten Schnur ohne Ende ziehen. Auch kann das Rad so eingerichtet seyn, daß Menschen und Thiere darinn herumgehen (ein **Laufrad**) oder von außen darauf treten können. (ein **Tretrad**) Hiermit ist die **Tretscheibe** verwandt, deren Welle aufrecht stehet, doch so, daß sie etwas gegen den Horizont geneigt ist. Beym **Göpel** arbeiten Menschen an Schiebestangen, oder Pferde an Zugstangen. Das **Wasserrad**, woran Zellen oder Schaufeln befindlich sind, ist **oberschlächtig**, directa, wenn sich das Wasser von oben herab in die Zellen ergießt, und das Rad in der Richtung des Stroms umtreibt; oder **unterschlächtig**, retrograda, wenn das Wasser durch den Stoß an die Schaufeln schlägt, und das Rad in der, dem Strome entgegengesetzten Richtung umtreibt. Die **Windflügel** entstehen, wenn man die **Windruthen**, d. i. zwey durch den Kopf der Welle gesteckte lange Bäume, mit Löchern durchbohrt, durch welche **Sprossen**, so lang, als der Flügel breit seyn soll, gehen, die zu beyden Seiten durch Leisten oder **Rahmen** befestiget, und mit Segeltuch, oder dünnen Brettern bedeckt sind.

§. 100. **Lehrs.** Wirken Kraft und Last an der Winde nach den Tangenten des Rades und der Welle:

Welle: so verhält sich im Stande des Gleichgewichts die Kraft P zur Last R, wie der Halbmesser der Welle zum Halbmesser des Rades.

Bew. Es sey (Fig. 14.) ein Durchschnitt der Welle, deren Halbmesser cb, der kleine Kreis um c, welchen die Last R in der Richtung der Tangente um c zu drehen strebt. Verlängert man cb nach a, daß ca dem Halbmesser des Rades gleich ist, und beschreibt damit den größern Kreis um c: so wird die Kraft P nach der Tangente dieses Kreises mit der Last R im Gleichgewichte seyn, wenn P : R = cb : ca. §. 38. Nun wirkt P an dem Rade der Winde (Fig. 13.) eben so, als an dem Kreise. Folglich findet für das Gleichgewicht an der Winde eben die Proportion Statt.

§. 101. Zus. Wären die Kräfte unmittelbar an Rad und Welle angebracht: so beschreiben sie bey einer Umdrehung der Welle die Peripherien der beyden Kreise, die sich wie ihre Halbmesser verhalten. Folglich verhalten sich bey der Winde, wie §. 51. beym Hebel, die Kräfte umgekehrt, wie ihre Wege, die sie zu gleicher Zeit zurücklegen.

§. 102. Erkl. Sollen zwey oder mehrere Räder einander in Bewegung setzen: so verbindet man sie entweder durch eine umgelegte Schnur ohne Ende, (Seilräder) oder daß Erhöhungen des einen Rades in die Vertiefungen des andern eingreifen. Solche Erhöhungen, die man Zähne oder Kämme nennt,

stehen

stehen am Stirn- oder Stern-Rade in der Richtung des Halbmessers; bey dem Kronen- und Kammrade aber auf dem Halbmesser senkrecht.

Anm. Kammräder dienen, liegende und stehende Winden mit einander zu verbinden.

§. 103. Erkl. Von zwey Rädern, die in einander greifen, heißt das kleinere das Getriebe, und insbesondere ein Trilling, wenn es aus zwey Scheiben besteht, die mit Stäben (den Triebstöcken) zusammengefügt sind.

§. 104. Zus. 1. Ist der Abstand der Mittellinien der Triebstöcke so groß, als der Abstand der Mittellinien der Zähne, da wo sie in die Triebstöcke greifen: so verhalten sich die Zahlen der Zähne und der Triebstöcke, wie die Peripherien, folglich auch wie die Halbmesser des Rades und des Getriebes.

§. 105. Zus. 2. Bey einer Umdrehung des Rades läuft das Getriebe so vielmahl um, so vielmahl die Zahl seiner Zähne oder Stöcke in der Zahl der Zähne des Rades enthalten sind, oder so vielmahl der Halbmesser des Rades den Halbmesser des Getriebes enthält, §. 104.

§. 106. Lehrs. Greifen (Fig. 14.) mehrere Räder in einander: so ist im Stande des Gleichgewichts, und bey senkrechten Richtungen, die Kraft P am ersten Rade zur Last Q an der letzten Welle, wie das Product aus den Halbmessern der Wellen zum Producte aus den Halbmessern der Räder.

Bew. Man denke sich den Widerstand des zweyten Rades gegen die erste Welle, und die Gewalt, womit die erste Welle das zweyte Rad angreift, als ein Gewicht R in g angehängt, und auf ähnliche Art sey auch das Gewicht S in h: so ist nach §. 100

$$\left.\begin{array}{l} P : R = cb : ca \\ R : S = dh : dg \\ S : Q = ek : eh \end{array}\right\} \text{ folglich } P : Q = (cb \,.\, dh \,.\, ek) : (ca \,.\, dg \,.\, eh)$$ (Ar. §. 175.)

Anm. Es versteht sich von selbst, daß man anstatt der Halbmesser der Räder und Getriebe auch die Zahl der Zähne und Triebstöcke setzen könne. §. 104.

§. 107. Zus. Ist die Verhältniß der Kräfte, z. E. $\frac{24}{128}$ gegeben, um ein Räderwerk dazu anzulegen: so zerfälle man den Bruch in Factoren, z. E. $\frac{4.6.1.}{8.8.2.}$ welche die Zahl der Winden, und die Verhältnisse der Wellen und Räder bestimmen.

§. 108. Lehrs. Die gleichzeitigen Umlaufszahlen der Räder C und A (Fig. 14.) verhalten sich wie die Produkte aus den Halbmessern der eingreifenden Wellen B, A, und der eingreifenden Räder C, B.

Bew. Auf einen Umlauf von C kommen so viele Umläufe von B als der Quotient $\frac{eh}{dh}$ anzeigt. §. 105. Eben so kommen auf einen Umlauf von B so viele Um-

Umläufe von A, als der Quotient $\frac{de}{cb}$ anzeigt; folglich auf $\frac{eh}{dh}$ Umläufe von B, d. i. auf einen Umlauf von C, so viel Umläufe von A, als $\frac{eh}{dh} \cdot \frac{dg}{cb}$ anzeigt. Demnach verhalten sich die gleichzeitigen Umlaufszahlen der Räder C und A, wie $1 : \left(\frac{eh}{dh} \cdot \frac{dg}{cb}\right)$ das ist, wie (dh . cb) : (eh . dg) (Ar. §. 157.)

Anm. Es verstehet sich von selbst, daß man anstatt der Halbmesser auch die Zahlen der Zähne und Triebstöcke setzen könne. §. 104.

§. 109. Zus. 1. Sind die Kräfte P, Q, an Rad und Welle unmittelbar angebracht: so verhält sich bey einem Umlaufe von C der Weg der Last Q, wie ek, und der Weg der Kraft P, wie ca in die Zahl der Umläufe von A multiplicirt, d. i. der Weg der Last Q zum Wege der Kraft P wie $ek : \left(ca \cdot \frac{eh}{dh} \cdot \frac{dg}{cb}\right)$ §. 108, d. i. wie (ek . dh . cb) : (ca . eh . dg) (Ar. §. 157.). Demnach verhalten sich die Kräfte umgekehrt wie die Wege, die sie in gleicher Zeit zurücklegen. §. 106.

§. 110. Zus. 2. Greifen Getriebe A, B, in Räder B, C: so gewinnt man an der Kraft. §. 106. Greifen aber Räder C, B, in Getriebe B, A: so gewinnt man an der Geschwindigkeit. §. 109.

§. 111. Zus. 3. Soll ein Räderwerk angelegt werden, wozu die Verhältniß der Umlaufszahlen, z. E. $\frac{24}{128}$ gegeben ist: so verfahre man wie §. 107. Dieser Fall kömmt bey den Uhrwerken vorzüglich vor.

7. Die Rolle und der Flaschenzug.

§. 112. Lehrs. Gehet (Fig. 15.) um eine Scheibe, an deren Mittelpunkt C eine Last Q in der Richtung CQ wirkt, das Seil PABS, daß AP, BS, Tangenten sind, in deren Richtungen zwey Kräfte P, S, mit Q im Gleichgewichte sind: so verhalten sich die Kräfte, wie die Halbmesser CA, CB; die Last aber wie die Sehne AB; oder so ist P : S : Q = AC : CB : AB.

Bew. Daß die Kräfte sich wie die Halbmesser verhalten, also einander gleich sind, und das Seil zu beyden Seiten gleich stark spannen, erhellet aus §. 36, und überhaupt daraus, weil sonst eine Bewegung des Seils, und eine Umdrehung der Scheibe nach der Seite der stärkern Kraft erfolgen müßte.

Verlängert man nun die Tangenten, die, wenn sie nicht parallel sind, einander in einem Punkte D der Linie CQ schneiden müssen, damit die drey Kräfte nach DA, DB, DQ, im Gleichgewichte sind; und nimmt auf den Richtungen der Kräfte, von D an, zwey beliebig gleiche Linien DF, DG, und vollendet das Parallelogramm FG: so stellen die gleichen Linien DF, FE

die

die gleichen Seitenkräfte P, S, und DE die mittlere Kraft Q vor.

Nun ist in der vierseitigen Figur ACBD, worin bey A und B rechte Winkel sind, ADB + BCA = 2 R (Plan. §. 103.) aber auch ADB + DFE = 2 R (Plan. §. 86. Folglich ist BCA = DFE. Nun ist auch AC : CB = DF : FE. Folglich ist △ ACB ∽ △ DFE, und AC : CB : AB = DF : FE : DE (Plan. §. 222.) = P : S : Q.

§. 113. Zus. 1. Sind AP, BS, parallel: so kömmt AB in die Lage ab, und es wird aus der Sehne nunmehr der Durchmesser.

§. 114. Zus. 2. In beyden Fällen spannt die Last die Seile gleich stark, und die Kräfte P, S, müssen gleich seyn. Die schiefe Spannung aber beträgt mehr, als die ganze Last, und jede Kraft mehr, als die halbe Last. Die parallele Spannung hingegen beträgt nur die ganze Last, und jede Kraft nur die Hälfte der Last. Denn AC + CB > AB, und aC + Cb = ab.

§. 115. Erkl. Die Rolle ist eine Scheibe, durch deren Mitte ein Stift gehet, um den sie umläuft, ohne ihn mit umzudrehen. Dieser Stift heißt der Polzen, der an beyden Enden in den Backen einer Art von Zange oder Scheere steckt.

§. 116. Erkl. An einer festen Rolle, (Fig. 2.) die ihren Platz nicht verändert, wirken Kraft und Last an beyden Enden des Seils.

§. 117. Zus. An der festen Rolle sind beyde Kräfte in der Richtung der Tangenten einander gleich. §. 35. Sie erspahrt also nichts an der Kraft; dient aber den Kräften jede beliebige Richtungen zu geben, und ist auch bey Verbindung mehrerer Rollen unentbehrlich.

§. 118. Erkl. An einer losen Rolle, (Fig. 15.) die ihren Platz verändern kann, ist die Last Q in der Mitte der Rolle angebracht; die Kraft P aber wirkt an dem einen Ende des Seils, indem das andere Ende S irgendwo genugsam befestigt ist.

§. 119. Zus. 1. An der losen Rolle verhält sich die schiefe Spannung des Seils auf jeder Seite, folglich auch die Kraft P zur Last Q (Fig. 15.) wie AC : AB §. 112; die parallele Spannung aber wie aC : ab §. 113. vergl. §. 114.

§. 120. Anm. Da Scheibe, Polzen, Scheere und Seile auch schwer sind: so muß ihr Gewicht mit zur Last gerechnet werden.

§. 121. Zus. 2. Soll die lose Rolle mit der Last, bey verticalen Richtungen des Seils um einen gewissen Raum gehoben werden: so muß sich das Seil an jeder Seite um so viel verkürzen; da denn beyde Verkürzungen an dem Ende, wo die Kraft wirkt, zusammen kommen, daß also die Kraft um den doppelten Raum fortrücken muß. Demnach sind auch hier die Kräfte umgekehrt wie ihre Wege. §. 119.

§. 122. Erkl. Eine Flasche heißt die Verbindung mehrerer Rollen in einer gemeinschaftlichen Schwere; ein Flaschenzug, oder Kloben, aber die Verbindung

einer

einer festen und losen Flasche, so daß das Seil wechselsweise um eine Rolle der losen und um eine Rolle der festen Flasche geführt wird, wie Fig. 16.

§. 123. **Anm.** 1. Man sucht bey einem Flaschenzuge die Seile so viel als möglich parallel zu führen. Wenn daher (Fig. 16.) die Mittelpunkte der Rollen einer jeden Flasche in einer geraden Linie sind: so läßt man die Halbmesser der Rollen in der Ordnung des geführten Seils immer um den Halbmesser der kleinsten Rolle wachsen.

§. 124. **Anm.** 2. Es giebt mancherley Arten, die Flaschen zu ordnen. Auch bey der Anordnung in Fig. 16. läßt sich noch Manches verändern. Denn hier, wo das Seil zuerst um eine untere Rolle gehet, sind, wenn die Kraft P abwärts ziehet, so viel obere als untere Rollen nöthig; da die letzte obere wegfallen könnte, wenn die Kraft p aufwärts zöge. Kehrt man die Figur um, daß das Seil zuerst um eine obere Rolle gienge: so sind die Zahl der obern und untern Rollen gleich, wenn die Kraft P aufwärts ziehet; oder jene Zahl um eins größer, wenn die Kraft abwärts ziehen soll. In der Figur spannt die Last doppelt so viel Seile, als untere Rollen sind, in der umgekehrten Figur aber ein Seil mehr.

§. 125. **Lehrs.** Bey dem Flaschenzuge (Fig. 16.) verhält sich die Kraft P zur Last Q wie die Einheit zur doppelten Zahl der untern Rollen.

Bew. Ist die obere Flasche in M befestigt, daß sie nicht weichen kann: so strebt die Last Q die untere Flasche herabzuziehen, und spannt die Seile, welche die untern Rollen tragen. Man kann sich also gedenken, als wäre die Last Q unter die untern Rollen vertheilt, daß jeder Theil sich unter die beyden parallelen Seile, welche die Rolle tragen, gleich vertheilt §. 114, und der Theil an der Rolle b c die Seile a b, d c; der Theil aber an der Rolle f g die Seile e f, h g, herabzuziehen strebt. Wäre nun die

Last Q unter die Rollen nicht gleich stark vertheilt, käme z. E. ein größerer Theil der Last auf die Rolle fg: so zöge die Hälfte davon das Seil ef stärker, als die Hälfte des Theils an bc das Seil dc. Folglich würde eine Bewegung in der Richtung cdef erfolgen, und es könnte kein Gleichgewicht seyn. Demnach ist die Last Q unter die untern Rollen (auch wenn ihrer mehrere sind) gleich stark vertheilt, so, daß bey 2, 3, 4 ꝛc. Rollen auf jede $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ ꝛc. der Last kömmt, oder überhaupt jede Rolle den Theil der Last trägt, der herauskömmt, wenn man die Last mit der Zahl der untern Rollen dividirt. Da nun von jedem dieser Theile die Hälfte auf jedes der beyden Seile kömmt, welche solche Rollen tragen: so wird jedes der Seile, welche die untern Rollen tragen, mit einem Theile der Last gespannt, welcher herauskömmt, wenn man die Last mit der doppelten Zahl der untern Rollen dividirt. Einen solchen Theil also, darauf gh kömmt, hat die Kraft p oder P nur zu halten.

Anm Das Gewicht der losen Flasche und der Seile muß mit zur Last gerechnet werden, wenn es beträchtlich seyn sollte.

§. 126. Zus. 1. Zugleich erhellet hieraus, wenn das Seil an der untern Flasche angeknüpft, und zuerst um eine obere Rolle geführt würde, folglich die Last ein Seil mehr spannte §. 124, daß alsdann die Kraft, nicht wie in der Figur $\frac{1}{4}$, sondern nur $\frac{1}{5}$ der Last zu halten hätte.

§. 127.

§. 127. Zus. 2. Soll die Last um einen gewissen Raum gehoben werden: so muß sich jedes Seil um so viel verkürzen; da denn diese Verkürzungen am Ende, wo die Kraft wirkt, zusammenkommen, daß also die Kraft um den Raum so vielmahl genommen, als Seile sind, woran die Last hängt, fortrücken muß. Demnach sind auch hier die Kräfte umgekehrt, wie ihre Wege §. 125.

8. Die schiefe Fläche.

§. 128. Lehrs. Ein schwerer Punkt A (Fig. 17.) bewegt sich auf einer schiefen Fläche, d. i. auf einer gegen den Horizont MT geneigten Ebene NV, in der geraden Linie AB, welche von A auf beyder Ebenen Durchschnitt MN senkrecht gehet.

Bew. Die Schwere treibt den Punkt A in der verticalen Richtung EA, welche sich in zwey Seitenrichtungen in der Ebene durch EA zerlegen läßt, deren eine FA auf der schiefen Fläche senkrecht, die andere GA in der schiefen Fläche selbst liegt. Der erstern Richtung ist die schiefe Fläche, der zweyten aber gar nichts entgegengesetzt. Demnach bewegt sich der Punkt A nach der Richtung GA, in deren Verlängerung AB.

Nun ist die Ebene GAF, oder deren Verlängerung ABD auf den Horizont sowohl, als auf der schiefen Fläche senkrecht. (Ster. §. 30.) Daher ist auch der Durchschnitt MN auf BD und BA senkrecht,

(Ster. §. 31.) und also ABD der Neigungswinkel der schiefen Fläche. (Ster. §. 4.)

§. 129. Zus. 1. Eine Kraft, welche die Last A erhalten soll, muß also in der Ebene GAF nach AG; und die Gewalt, welche die schiefe Fläche der Last entgegensetzt, in eben der Ebene nach AF wirken.

§. 130. Zus. 2. Diese drey Kräfte, die einander das Gleichgewicht halten, und deren jede als die mittlere aus den beyden übrigen angesehen werden kann, sind demnach in der verticalen Ebene ABD, die auf dem Durchschnitte MN der schiefen Fläche mit dem Horizonte senkrecht ist. Man kann sich daher anstatt der schiefen Fläche allemahl den △ ABC vorstellen; da dann der Kürze wegen AB die Länge, BC die Grundlinie, CA die Höhe, und der Winkel B die Neigung der schiefen Fläche heißt.

§. 131. Aufg. Eine Last Q (Fig. 18.) auf der schiefen Fläche ABC ist gegeben; man soll die Kraft P, welche ihr das Gleichgewicht hält, und den Druck R, den die schiefe Fläche dabey leidet, bestimmen.

Auflös. Es sey G der Schwerpunkt einer Last Q von beliebiger Gestalt, und DF die Directionslinie, die also auf BC senkrecht ist. Da nun die Last den Schwerpunkt G, und jeden Punkt D, in der Linie DF herabziehet: so muß die Kraft, wenn sie die Last halten soll, verhindern, daß der Schwerpunkt G, oder überhaupt jeder Punkt D in der Linie DF nicht sinkt. Stellt nun DE die Gewalt vor, womit der Punkt D herabgezogen wird: so kann man sie in DH

und

und DK, jene senkrecht auf, diese parallel mit AB, zerlegen. Fällt nun DH innerhalb des Grundes, worin die Last auf der schiefen Fläche liegt: so kann D nach DH nicht weichen, und es bleibt blos die Bewegung nach DK übrig, welche eine hinreichende Kraft P nach DM hindern würde.

Stellt nun DE die Last Q vor: so ist DH der senkrechte Druck R, und DK = HE die mit AB parallel ziehende Kraft P; oder, so ist P : R : Q = EH : HD : DE §. 86. = EF : FB : BE = AC : CB : BA. (Plan. §. 214. 210.)

§. 132. Zus. 1. Die Last Q, welche mit ihrem ganzen Gewichte DE frey herabgehen würde, gehet, wenn sie von P nicht gehalten wird, nur mit dem Theile DK auf der schiefen Fläche herab. Jenes, DE nennt man ihre absolute, dieses, DK, ihre relative Schwere oder Gewicht.

§. 133. Zus. 2. Der Druck DH auf die schiefe Fläche, der als die mittlere Kraft aus den beyden übrigen DK, DE, angesehen werden kann, muß allemahl senkrecht auf AB und innerhalb des Grundes fallen, worin die Last auf der schiefen Fläche liegt. Denn fiel DH schief: so könnte man sie in eine senkrechte und parallele Kraft zerlegen, wovon erstere von AB, letztere von nichts aufgehalten würde; und fiel DH nicht innerhalb des Grundes: so könnte die Last in dieser Lage auf der schiefen Fläche eben so wenig bleiben, als jeder Körper, dessen Directionslinie nicht innerhalb des Grundes fällt. §. 64.

§. 134. Zus. 3. Sollte eine Kraft P in der mit BC parallelen Richtung DN, (die aber in der Ebene EDH ist) mit Q das Gleichgewicht halten: so müßte die mittlere Richtung auf die senkrechte Linie DH fallen. §. 133. Ziehet man nun durch E die EL mit DN parallel: so ist DL = R, DE = Q, LE = P, oder eigentlich P : R : Q = EL : LD : DE §. 86. = FE : EB : BF = AC : AB : BC. (Plan. §. 214. 210)

§. 135. **Anm.** Man könnte der Kraft P auch jede andere beliebige Richtung in der Ebene EDH geben; da dann ähnliche Betrachtungen wie §. 134. anzustellen, die aber dem zweyten Cursus vorbehalten sind. Die beyden hier blos untersuchten Richtungen sind für das Folgende nöthig, und hinreichend.

§. 136. Zus. 4. Die Kraft zur Last auf der schiefen Fläche verhält sich wie die Höhe zur Länge, oder zur Grundlinie; je nachdem die Kraft mit der Länge, oder mit der Grundlinie parallel ist. Der Druck aber, den die schiefe Fläche von beyden Kräften leidet, verhält sich im ersten Falle wie die Grundlinie, im zweyten wie die Länge.

§. 137. **Anm.** Die Kraft P im ersten Falle hebt blos die relative Schwere auf; im zweyten aber thut sie mehr, indem sie auch den Druck der Last gegen die schiefe Fläche verstärkt. Denn dieser Druck war vorher DH, und ist itzt DL.

§. 138. Zus. 5. Würde für den ersten Fall die Last auf der schiefen Fläche heraufgezogen, daß D in M gekommen wäre; und man zieht DN mit BC parallel, und auf sie MN senkrecht: so ist die Last und die Höhe MN gestiegen, die Kraft um die Tiefe DM gesunken. Demnach verhalten sich auch hier die

Kräfte

Kräfte umgekehrt wie ihre Wege §. 131, weil NM : MD = CA : AB. Beym zweyten Fall läßt sich wegen §. 137. eine solche Vergleichung nicht anstellen.

9. Der Keil.

§. 139. Erkl. Ein Keil heißt ein dreyeckiges Prisma, von dem zwey Seitenflächen, die einen spitzen Winkel machen, mittelst einer Gewalt auf der dritten Seitenfläche (dem Rücken) zwischen Körper getrieben werden, um solche dadurch von einander zu sondern.

§. 140. Zus. Man kann den Keil als zwey schiefe Flächen ansehen, die mit ihren Grundflächen an einander gefügt sind, und gemeiniglich so wohl gleich, als auch in ähnlicher Lage gegen die gemeinschaftliche Grundfläche angenommen werden, daß des Keils Grundflächen gleichschenklichte Triangel werden, folglich auch jeder damit parallel geführte Durchschnitt ABD (Fig. 19.) ein gleichschenklichter Triangel sey; da dann der Keil gleichseitig, und der Kürze wegen, AD der Rücken, AB, BD die Seiten, der Perpendikel BC von der Spitze auf den Rücken die Länge, und der Winkel ABD die Schärfe des Keils heißt.

§. 141. Aufg. Die Kraft P auf des gleichseitigen Keils Rücken AD (Fig. 19.) hält das Gleichgewicht mit dem Widerstande Q, welcher zu gleichen Theilen gegen die Seiten des Keils in F und G nach Richtungen wirkt, die mit den Rücken paral-

rallel, oder auf den Seiten senkrecht sind; man soll die Verhältniß dieser Kräfte finden.

Aufl. 1) Es sey FG mit DA parallel, folglich senkrecht auf CB, und FK = GK der Widerstand zu beyden Seiten, welcher daher als eine Last angesehen werden kann, die auf die schiefe Fläche (Fig. 18.) in der Richtung DF drückt. Nun wirkt die Kraft in der Richtung CB. Folglich ist ein Gleichgewicht, wenn $\frac{1}{2}$P:$\frac{1}{2}$Q d. i. P:Q=EK:KF §. 134. = FK:KB (Plan. §. 114.) = DC:CB (Plan. §. 110.) d. i. wie der halbe Rücken des Keils zur Länge.

2) Wirkt der Widerstand auf beyde Seiten senkrecht in den Richtungen FE, GE: so muß sich die Kraft P in zwey Seitenkräfte zerlegen lassen, die den Widerstand in entgegengesetzten Richtungen aufheben; da dann die Richtungen der Kraft P und ihrer Seitenkräfte in einerley Ebene seyn, u d in einen Punkt E zusammenlaufen müssen. Vollendet man daher den Rhombus GEFH, wo EH = 2EK die mittlere Kraft P bedeutet: so ist $\frac{1}{2}$P:$\frac{1}{2}$Q d. i. P:Q = EK:EF = FK:FB (Plan. §. 114.) = CD:DB (Plan. §. 110.) d. i. wie der halbe Rücken des Keils zur Seite.

§. 142. **Anm.** Der erste Faŭ, oder die Verhältniß des **Mersenne**, findet statt, wenn man bey Maschinen Körper an einander preßt, wie z. E. in den Oehlmühlen zur Auspressung des Saamens geschiehet, wo man sich gemeiniglich auch blos einer schiefen Fläche, oder gleichsam eines halben Keils DCB bedient. Der zweyte Fall, oder die Verhältniß des **Borelli** ist für Körper, die man mit dem Keile aus einander treibt, welches bey Maschinen nicht vorkömmt. Beyde Fälle erfodern noch viele verwickelte Untersuchungen, wenn man etwas Genaues verlangt. Indeß dient doch obige Theorie, verschiedne Keile, wenn man die Wirkung

kung des einen durch Erfahrung bestimmt hat, mit einander zu vergleichen, und überhaupt einzusehen, daß ein spitzer Keil mehr als ein stumpfer vermöge. Besonders wichtig ist die Lehre vom Keile bey den Gewölbsteinen.

§. 143. Zus. Ist im ersten Falle der Keil um die Linie KB eingedrungen, d. i. die Kraft um diese Linie fortgerückt: so ist jede Hälfte des Widerstandes um KF gehoben; daß sich also die Wege der Kraft und Last wie KB:KF d. i. wie CB:CD verhalten, folglich die Kräfte umgekehrt wie ihre Wege. §. 141.

10. Die Schraube.

§. 144. Erkl. Wird ein rechtwinklichter △ ACB (Fig. 20.) um die Fläche eines senkrechten Cylinders gelegt, wie A C b, daß die Grundlinie C B den Bogen C b im Umkreise der cylindrischen Grundfläche deckt, die Höhe CA in des Cylinders Seitenlinie CD fällt, und die Hypotenuse AB sich in Ab krümmt: so verzeichnet diese gekrümmte Linie A b einen Schraubengang.

Der Cylinder heißt die Spindel, und der Kreis, wovon C b ein Bogen ist, der Spindel Umring. Ist CB dem ganzen Umringe der Spindel gleich: so giebt CA die Höhe eines Schraubengangs, oder die Weite der Gänge.

Es entstehet aber, je nachdem man den Schraubengang A b entweder auf der erhobenen, oder auf der hohlen Seite der Cylinderfläche nimmt, die äußere und innere Schraube, cohlea mas et femina, d. i. die Schraubenspindel und die Schraubenmutter.

§. 145.

§. 145. Zus. 1. Liegt auf dem Schraubengange Ab eine Last Q, die längst demselben zwar nicht herabsinken, aber wohl durch das Umdrehen der Schraubenspindel gehoben werden kann: so drückt sie in der verticalen Richtung Qq, in dem die Kraft P die Spindel horizontal umtreibt; da dann, wenn man nach Analogie der schiefen Fläche §. 134. schließen darf, die Kraft P der Last Q das Gleichgewicht hält, wenn P:Q wie AC:CB, d. i. wie AC:Cb, oder (wenn CB dem ganzen Umfange der Spindel gleich, folglich CA die ganze Weite der Schraubengänge ist) wie die Weite der Gänge zum Umringe der Spindel.

§. 146. Zus. 2. Hat die Kraft die Spindel von C nach b gedrehet: so ist die Last von b nach A gehoben, und also um die Höhe CA gestiegen; folglich um die ganze Höhe eines Schraubenganges, wenn die Spindel einmahl ganz umgedrehet worden, daß C den ganzen Umkreis durchlaufen ist. Demnach verhalten sich auch hier die Kräfte umgekehrt wie ihre Wege §. 145.

§. 147. Anm. 1. Eine genaue Theorie muß noch in Erwägung ziehen, daß die Last nicht auf der Linie bA, sondern auf einer krummen Fläche gehoben wird, die verschiedene Gestalten haben kann, und bey der noch manches andere zu betrachten ist. Hier genüget es, einzusehen, daß die Schraube desto größere Gewalt äußere, je enger die Schraubengänge sind, und je dicker die Spindel ist.

§. 148. Anm. 2. Die Schraube ist von mannichfaltigem, oft unentbehrlichem Gebrauche, und dient, Körper anzudrücken und zu befestigen, oder Lasten zu bewegen; allemahl aber ist von den beyden Stücken, der Spindel und der Mutter, das eine beweglich, das andre fest.

§. 149. Anm. 3. Man verbindet die Schraube mit einem Hebel, oder läßt eine Spindel mit wenigen Gängen, die alsdann

eine

eine **Schraube ohne Ende** heißt, in ein Stirnrad eingreifen. Greift alsdann die gezähnte Welle dieses Stirnrades in eine gezähnte Stange, auf deren Gabel oder Schweife die Last ruhet: so hat man eine **Stockwinde**, womit sich große Lasten heben lassen. Bey der **Fuhrmannswinde** greift blos ein Getriebe von wenig Zähnen in die gezähnte Stange, und wird mit einer Kurbel an seiner Welle umgedrehet.

§. 150. **Anm. 4.** Dieses §. 149, so wie das Räderwerk und der Flaschenzug im vorhergehenden, giebt Beyspiele von **zusammengesetzten Maschinen**, deren Wirkung sich aus den einfachen, woraus sie bestehen, leicht herleiten läßt. Man nennt nämlich **Maschinen**, Rüstzeuge, wodurch sich Bewegungen mit Vortheil der Kraft oder Geschwindigkeit bewirken lassen; und die bisher betrachteten Rüstzeuge **einfache Maschinen** oder mechanische **Potenzen**, die bey der mannichfaltigen Verbindung des Maschinenwerks immer zum Grunde liegen; da dann die bisher untersuchten Lehren der Statik die Kraft bestimmen, welche der Last an jeder Maschine das Gleichgewicht hält. Bey der geringsten Vermehrung solcher Kraft müßte also das Gleichgewicht gehoben, und die Last in Bewegung gebracht werden, wenn nicht die Erfahrung lehrte, daß annoch ein Widerstand der Bewegung vorhanden sey. Dieser Widerstand, den man das **Reiben** oder die **Friction** nennt, ist daher noch in der Statik zu untersuchen, weil das Gleichgewicht so lange bleibt, als derselbe noch nicht gehoben ist, und man ihn also als etwas ansehen kann, was zur Last hinzukömmt; folglich die Kraft so zu bestimmen ist, daß sie der Last und diesem Anwachse zusammen das Gleichgewicht halten könne.

11. Das Reiben oder die Friction.

§. 151. Die 5te Erfahr. Ein Körper auf einer horizontalen Ebene wird leichter bewegt, wenn die Ebene und die Oberfläche des Körpers glatt, als wenn sie rauh sind; wie solches unter andern auch das Schlittenfahren und das Schlittschuhlaufen zeiget.

§. 152. Zus. Die horizontale Ebene trägt das ganze Gewicht des Körpers, der also der kleinsten

Kraft,

Kraft, die ihn in horizontaler Richtung ziehet, folgen sollte. Daß also oft eine beträchtliche Gewalt dazu erfodert wird, muß von den Rauhigkeiten der Flächen herrühren; indem die Erhöhungen der einen in die Vertiefungen der andern eingreifen, und beyde durch das größere Gewicht des Körpers auch stärker in einander gedruckt werden. Diese Hinderniß der Bewegung heißt das Reiben, frictio.

§. 153. **Anm.** 1. Wären die Oberflächen der Körper vollkommen hart, und vollkommen glatt und polirt: so wäre keine Friction. Diese wird daher vermindert, wenn man Körper von verschiednen Massen an einander bringt, wenn man den reibenden Theilen die vortheilhafteste Figur giebt, wenn man ihnen die größte Härte und Politur verschaft, wenn man durch schlüpfrige Flüssigkeiten ihre Vertiefungen anfüllt, u. s. w.

§. 154. **Anm.** 2. Ob man gleich bey Maschinen gemeiniglich die Friction zu vermindern sucht: so ist sie doch in vielen Fällen selbst vortheilhaft. Der Gebrauch der Schrauben zu genauen und festen Stellungen ist ganz auf sie gegründet. Ein Seil über eine Scheibe gezogen und angedrückt, oder um einen Cylinder etliche Mahl gewunden, macht eine starke Friction, wodurch sich Instrumente in beliebiger Stellung erhalten, oder ansehnliche Lasten festhalten, die größten Schiffe gegen die Gewalt der Wellen und des Windes sichern lassen. Daß wir mit rauhen Schuhsohlen auf einem rauhen Boden sicher stehen und gehen, welches mit glatten Sohlen und auf einem glatten Boden so gefährlich ist; daß wir Anhöhen ersteigen können; und daß ein Cylinder, der an einer Seite schwerer ist, auf der schiefen Fläche, indem er sich aufwärts zu wälzen scheint, nicht herabglitscht, ist der Friction zuzuschreiben.

§. 155. **Anm.** 3. Soll eine Last bewegt werden: so ist oft nichts weiter nöthig, als die Friction zu überwältigen. Dieser Fall findet bey Fuhrwerken Statt, da der beladene Wagen den Boden drückt, und zugleich eine Friction der Axen in den Naben der Räder, und der Räder in den Gleisen hervorbringt, welche die den Wagen ziehenden Pferde, bey horizontalen Boden, eigentlich nur überwältigen. Hieraus erhellet, daß die Betrachtung der Friction für die Einrichtung der Fuhrwerke von größter Wichtigkeit sey; desgleichen, daß der Ausdruck, ein Pferd zieht z. E. 10 Centner nicht buchstäblich, sondern so zu verstehen sey, daß

die

die Friction, welche 10 Centner auf den Wagen verursachen, vom Pferde überwältigt werden könne. Denn Versuche zeigen, daß ein Pferd 175 Pf., die an einem über eine Rolle geführten Seile hängen, in 1 Secunde 3 Fuß hoch ziehe.

§. 156. Aufg. Für horizontale Flächen die Friction, oder doch ihre Granzen zu finden.

Auflös. Liegt ein Körper auf einer horizontalen Ebene: so führe man die daran geknüpfte Schnur horizontal über eine Rolle, und lege in die daran hangende Schale so lange Gewichte, bis der Körper in Bewegung gebracht wird; da dann die Größe der Friction zwischen zwey Gewichte fällt, deren eins noch unwirksam war, das andere aber wirksam ward; welche Gränzen, wenn man immer sehr kleine Gewichte hinzulegt, man nach Belieben verringern, und alsdann die eine davon für die Größe der Friction ohne sonderlichen Fehler ansehen kann.

§. 157. **Anm.** Man nimmt hiebey gemeiniglich mit **Amontons** an, daß die Friction blos dem Drucke des Körpers proportionirt sey, ohne durch die Größe der reibenden Flächen geändert zu werden. Diese Hypothese, welche durch viele Versuche begünstigt wird, auch dadurch begreiflich zu werden scheint, daß einerley Last die schmalere Fläche um so viel stärker, die breitere hinwiederum um so viel schwächer andrücke, wollen wir auch annehmen, da sie genauer zu prüfen hier der Ort nicht ist. Indessen ist diese Hypothese keinesweges so zu verstehen, als wenn zwischen Druck und Friction eine unveränderliche Verhältniß Statt fände; da es auf die Beschaffenheit der Materien, auf die mehrere und mindre Politur, und mehrere andre Umstände ankömmt, welcher Theil des Drucks die Friction ausmache, bey gleitenden Körpern $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ u. s. w. bey rollenden Körpern $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{7}$ u. s. w.

§. 158. Die 6te Erfahr. Ein Körper bleibt oft, ohne gehalten zu werden, auf einer schiefen Fläche liegen, wenn der Neigungswinkel der Fläche nur nicht zu groß ist.

§. 159. Zus. Die schiefe Fläche trägt von dem Gewichte des Körpers nur einen Theil; mit dem andern Theile, oder dem relativen Gewichte §. 131, würde der Körper auch bey dem kleinsten Neigungswinkel herabgehen. Daß also auch bey beträchtlicher Vergrößerung dieses Winkels der Körper noch nicht in Bewegung kömmt, muß von der Friction entstehen.

§. 160. Aufg. Für schiefe Flächen die Friction, oder doch ihre Gränzen zu finden.

Auflös. Liegt der Körper auf einer schiefen Fläche: so vergrößere man ihren Neigungswinkel so lange, bis der Körper in Bewegung kömmt; da dann der Winkel für die Friction, (der Ruhewinkel) zwischen zwey Winkel fällt, deren einer noch unwirksam war, der andre wirksam ward; welche Gränzen, wenn man die Winkel immer nur um etwas kleines verändert, man nach Belieben verengern, folglich einen davon für den Ruhewinkel ohne sonderlichen Fehler ansehen kann. Für diesen Winkel muß demnach die Friction, die von dem Drucke des Körpers auf die schiefe Fläche entsteht, dem relativen Gewichte P gleich seyn, und wird daher gefunden, wenn man P nach §. 131. bestimmt, indem man dort A B C dem gefundnen Ruhewinkel gleich macht.

§. 161. Anm. 1. Zuweilen wird der Ruhewinkel 18° 25′, und P oder die Friction $\frac{1}{3}$ des Drucks gefunden. Dies ist aber nichts allgemeines, vergl. §. 157.

§. 162. Anm. 2. Der bisherige Vortrag von der Friction dient blos, die ersten Begriffe von dieser wichtigen Lehre zu entwickeln; alle weitere Untersuchungen, als vom Momente der Friction, von der Friction des bewegten Körpers, u. d. m. sind nicht dieses Orts.

II.

Die Hydrostatik.

1. Flüssige Materien von einerley Art.

§. 1. Erfahr. Ist Wasser, oder eine andre Flüssigkeit in einem Gefäße ACB (Fig. 21.) im Gleichgewichte: so ist seine Oberfläche AB wagerecht, d. i. die Bleyschnur darauf senkrecht.

§. 2. Anm. Die Kraft, womit die flüssige Masse in ihren Theilgen, und mit dem Gefäße zusammenhängt, verursacht Ausnahmen, welche aber, so wie obgedachte Kraft, hier noch beyseit gesetzt werden müssen.

§. 3. Zus. 1. Da die Richtungen der Schwere, welche die Bleyschnur anzeigt, in den Mittelpunkt der Erde, die man sich als eine Kugel gedenkt, zusammenlaufen: so muß die Oberfläche AB, auf welcher sie senkrecht sind, in der Oberfläche einer Kugel, die diesen Mittelpunkt hat, liegen; folglich, als ein Stück dieser Oberfläche, eine sphärische Fläche seyn, die aber gegen den großen Halbmesser gar zu klein, und also von einer Ebene nicht zu unterscheiden ist.

§. 4. Zus. 2. Jedes Theilgen dieser ruhigen Wassermasse muß nach allen Seiten von gleichen Kräften gedrückt werden.

Denn da alle Theilgen von einander unabhängig, und nach allen Seiten beweglich sind: so würde, wenn auch nur ein Theilgen M nach einer Seite mehr, als nach der entgegengesetzten gedrückt würde, sogleich eine Bewegung nach der schwächern Seite erfolgen,

wodurch auch alle übrigen Theile mit in Bewegung kämen, und also kein Gleichgewicht in der ganzen Masse seyn könnte.

§. 5. Zus. 3. Da es offenbar, daß die ganze Masse nur alsdann in Ruhe seyn kann, wenn alle Theilgen ruhen, folglich die Kräfte, die jedes Theilgen nach allen Seiten drücken, gleich sind, und also einander aufheben: so muß, da jedes Theilgen auch mit seinem ganzen Gewichte sinken will, von obigen Kräften noch etwas übrig bleiben, was diesem Gewichte gleich ist, folglich das Resultat aller dieser Kräfte, das Theilgen M, und so auch jede Portion der Masse, am sinken verhindern, folglich so stark aufwärts treiben, als das Gewicht des Theilgen oder der Portion niederwärts treibt.

§. 6. Zus. 4. Denkt man sich eine solche Portion dieser Masse, wie durch die eingebildeten Gränzen DEFGHK bezeichnet ist: so gelten von jedem Theilgen dieser Portion eben die Schlüsse, wie von M §. 4; daß also diese ganze Portion, deren Oberflächen DK, GF, sich in der wagrechten Fläche der ganzen Masse AB befinden, nicht nur unter sich, sondern auch mit der Masse außerhalb dieser Gränzen im Gleichgewichte ist.

§. 7. Zus. 5. Bildet man sich ein, daß das Wasser außerhalb dieser Gränzen sich plötzlich, wie beym Gefrieren, verhärtete, doch ohne die geringste Veränderung des Orts und der Ausdehnung; so ist klar, daß das Wasser innerhalb der Gränzen, welches

ches flüssig bleibt, noch in eben dem Zustande ist, und seine Oberflächen DK, GF, auch noch in der wagrechten Fläche AB sind, wie zuvor, da das Wasser außerhalb der Gränzen noch flüssig war; daß also der Eisklumpen das innere Wasser noch eben so zusammenhält, wie vorher das äußere flüssige Wasser, ehe es gefror.

Denn der Druck des innern Wassers nach außen wird durch die festen Wände des Eisklumpens eben so aufgehoben, als ihn vorher das äußere noch flüssige Wasser aufhob. Zwar drücken diese festen Wände nicht wieder zurück, wie vorher das äußere noch flüssige Wasser that; aber da dieser Druck von dem entgegengesetzten Drucke des innern Wassers aufgehoben ward, folglich so gut als nicht war: so können eben deshalb die festen Wände die Stelle des äußern Wassers vollkommen vertreten.

§. 8. Lehrs. Das Wasser, (oder eine andere Flüssigkeit) in communicirenden Gefäßen (d. i. die so verbunden sind, daß das Wasser aus dem einen in das andre übertreten kann) von beliebiger Gestalt DEFGHK (Fig. 22.) ist im Gleichgewicht, wenn seine Oberflächen in beyden Gefäßen DK, GF, in einer wagrechten Ebene sich befinden.

Bew. Man kann sich vorstellen, daß DEFGHK Fig. 22. der gleichbenannte Theil des Wassers im Gefäß ACB Fig. 21. sey; da denn die festen Wände der Gefäße das leisten, was §. 7. die festen Wände

des Eisklumpen thaten, folglich jene so wie diese die Stelle des äußern Wassers, welches das innere in seiner Figur erhält, vertreten; da dann die Oberflächen DK, GF, hier eben so, wie zuvor, in einerley wagrechten Ebene sind.

§. 9. Zus. 1. Eine wagrechte Ebene M wird von dem Wasser (oder einer andern Flüssigkeit) in beyden Gefäßen nach entgegengesetzten Richtungen mit gleichen Kräften getrieben.

Denn das Wasser in NK will vermöge seiner Schwere sinken, wodurch die Ebene M in die Höhe getrieben würde. Aber das Wasser in MG drückt vermöge seiner Schwere die Ebene M herabwärts. Nun kömmt aber die Ebene M nicht von der Stelle. Folglich muß sie von beyden Seiten gleich stark gedrückt werden.

Eben dies gilt auch von der Ebene N.

§. 10. Anm. Der Druck des Wassers auf N pflanzt sich durch die untere Wassermasse bis M fort, und sucht sie zu heben; daß also dieser Druck in die Höhe vom Druck nach unten, d. i. von der Schwere, entstehet.

§. 11. Zus. 2. Das Wasser (oder eine andere Flüssigkeit) in einem Gefäße von beliebiger Gestalt MG, drückt den wagrechten Boden des Gefäßes M mit einer Gewalt, die dem Gewichte einer Wassersäule gleich ist, welche den Boden zur Grundfläche, und die Tiefe des Bodens unter der obersten Wasserfläche GF zur Höhe hat.

Denn denkt man sich eine solche Wassersäule ML: so würde sie anstatt MG mit NK das Gleichgewicht hal-

halten. Nun drückt ML offenbar den Boden M mit ihrem ganzen Gewichte. Folglich muß MG den Boden M mit einem diesem gleichen Gewichte drücken.

§. 12. Zus. 3. Die Flüssigkeit in beyden Gefäßen kann nicht eher im Gleichgewichte seyn, bis die Oberflächen in beyden Gefäßen in einerley wagrechten Ebene sind.

Denn so tief die Ebene M unter DK ist; so hoch muß GF über der Ebene M seyn §. 11.

§. 13. Anm. Eine Röhre, die an beyden Enden gebogen ist, mit Wasser gefüllt, giebt eine Wasserwage oder Nivellirwage, wenn man längst den Oberflächen des Wassers in beyden Schenkeln visirt.

§. 14. Zus. 4. Der Druck einer Flüssigkeit, deren specifische Schwere (Stat. §. 72.) man kennt, gegen den wagrechten Boden M eines Gefäßes MG zu berechnen, multiplicire man den Boden M mit seiner Tiefe MR unter der Oberfläche GF, und dieses Product mit der specifischen Schwere der Flüssigkeit, §. 12.

§. 15. Zus. 5. Hierauf gründet sich die sogenannte anatomische Heber (Fig. 23.) da eine enge und hohe Röhre CD, mit einer weiten und niedrigen Röhre A zusammen hängt, und letztere mit einem Deckel oder einer Blase AB verschlossen ist. Wird nun alles mit Wasser gefüllt: so drückt dasselbe gegen AB mit einer Gewalt, die dem Gewichte einer Wassersäule AB. CD gleich ist. Mit diesem Gewichte muß also AB gegen den Druck des Wassers CD erhalten werden.

§. 16. Anm. Beym Wasserbau hat man sich daher zu hüten, daß auch nicht das mindeste Wasser unter den Grund dringen könne; weil es alsdann durch eine Gemeinschaft mit dem äußern Wasser auch die festeste Grundlage zu heben vermag.

§. 17. Zus. 6. Fällt das Wasser in der engen Röhre um DE: so steigt es in der weiten um AG, so daß die Cylinder BG und FD, gleich sind, d. i. daß AB. AG = FE. DE, folglich DE : AG = AB : FE ist (Ar. §. 164.) welches nach (Stat. §. 51.) zu verstehen ist.

§. 18. **Anm.** 1. Daß das Wasser in einem Gefäße nicht blos den Boden, sondern auch die Seiten drücke, läßt sich leicht einsehen, wenn man sich gedenkt, daß in der Seite eine beliebige Oefnung, und über derselben eine Röhre angesetzt sey. Denn so wie das Wasser im Gefäß gegen die Oefnung drückt, um mit dem Wasser in der Röhre das Gleichgewicht zu halten, so drückt es auch noch mit eben der Gewalt gegen die verschlossene Oefnung, d. i. gegen die Seite des Gefäßes.

Wie stark aber das Wasser gegen die Seitenflächen des Gefäßes, besonders wenn solche, so wie auch der Boden, gebogen sind, drücke, läßt sich hier nicht bestimmen. Jedoch kann man wohl vorläufig bemerken, daß dieser Druck dem Gewichte einer Wassersäule gleich sey, deren Grundfläche einer solchen Fläche, und deren Höhe der Tiefe des Schwerpunkts solcher Fläche unter der obersten Fläche des Wassers gleich ist.

§. 19. **Anm.** 2. Die Lehre vom Wasser oder andern Flüssigkeiten in communicirenden Gefäßen oder Röhren erklärt mancherley Erscheinungen in der Natur, wovon nur folgendes zum Beyspiele diene:

1) Gräbt man in der Nähe einer See oder eines Flusses einen Brunnen: so steigt das Wasser darinn, bis es mit dem benachbarten Wasser in einerley horizontalen Oberfläche ist.

2) Bey Wasserleitungen ist ein ähnlicher Erfolg, da das Wasser durch eine kleine Oefnung in AB (Fig. 23.), wenn es von einer Höhe DE herabgeleitet ist, nach Verhältniß dieser Höhe springt, und eine Fontaine macht.

3) Anstatt des Wassers in DE, welches das Springen durch seinen Druck verursacht, kann man durch eine Kraft, welche diesem Drucke gleich ist, eben das bewirken. Auch kann man solchen Druck des Wassers durch eine beliebige Kraft verstärken, und dadurch den Wasserstrahl noch höher treiben, wie bey Feuerspritzen.

2. Flüssige Materien von verschiedener Art.

§. 20. Lehrs. Sind in einem Gefäße ABCD (Fig. 24.) zwey flüssige Materien von verschiedner Art über einander, daß beyder Oberflächen AB, EF, wagrecht sind: so wird die ganze Masse im Gleichgewichte seyn.

Bew. Es sey CD wagrecht, und in gleiche Theile getheilt: so steht über jedem solchen Theile, wie DG, eine gleiche aus beyden Materien auf einerley Art bestehende Säule wie DGMN. Demnach werden gleiche Theile von CD gleich stark gedrückt, und bleiben so stehen, eben so, als hielte jede Säule einerley Materie.

§. 21. Zus. 1. Schüttet man auf eine leichtere Materie eine schwerere: so findet die Bedingung des Satzes nicht Statt, weil solches nicht so geschehen kann, daß sich die schwerere Materie in einem Augenblicke wagrecht über EF ausbreitete. Denn sobald ein Tropfen V auf die Fläche EF fällt: so widersteht ein gleich großer Tropfen der leichtern Materie unter EF nicht mit gleicher Gewalt, und muß dem Tropfen V nach und nach weichen, daß also die ganze schwerere Masse durch die leichtere zu Boden sinkt.

§. 22. Zus. 2. Das Gegentheil findet Statt, wenn man eine leichtere Materie auf eine schwerere schüttet; weil jeder Tropfen V alsdann größern Widerstand findet, also nicht sinken kann. Daher breitet sich

die leichtere Materie wagrecht über EF aus, und erfüllt also die Bedingung des Satzes.

§. 23. Lehrs. Sind in communicirenden Gefäßen (Fig. 25.) zwey flüssige Materien, doch ohne sich zu vermischen, im Gleichgewichte: so verhalten sich ihre specifischen Schweren umgekehrt wie ihre Höhen.

Bew. Den untern Raum bis AD fülle Queckſilber, und das leichtere Fluidum über AB in der Höhe AE, halte das Gleichgewicht mit dem schwerern über CD in der Höhe DF: so muß das Product AB.AE in die specifische Schwere des höhern, gleich seyn dem Producte AB.DF in die specifische Schwere des niedrigern; oder, weil AB in beyden Producten vorkömmt, das Product von AE in die Schwere des höhern gleich seyn dem Producte DF in die Schwere des niedrigern; folglich das Gewicht des niedrigern zum Gewicht des höhern sich verhalten, wie AE:DF, d. i. umgekehrt wie die Höhen.

§. 24. Zus. 1. Hiedurch ließen sich die specifischen Gewichte flüssiger Materien mit einander genau vergleichen, wenn man die Höhen AE, DF mit gehöriger Schärfe messen könnte, welches aber großen Schwierigkeiten unterworfen ist. So findet man z. E., wenn BE Wasser, das übrige Queckſilber ist, AE = 14 DF, d. i., daß Queckſilber 14mahl schwerer als Wasser sey.

§. 25. Zus. 2. Dividirt man das kleinere specifische Gewicht mit dem größern: so zeigt der Quotient,

wel-

welchen Theil der Höhe des leichtern, das schwerere haben muß, um mit ihm das Gleichgewicht zu halten. Z. E. ist Wasser zu Queckſilber wie 1 : 14: so ist $\frac{1}{14}$ der Wasserhöhe die erforderliche Höhe des Queckſilbers; da denn einer Wassersäule von 32 Fuß Höhe eine Queckſilbersäule von etwa 28 Zoll Höhe das Gleichgewicht hält.

§. 26. Zus. 3. Stehen in einem Gefäße (Fig. 24.) zwey flüssige Materien, deren specifische Gewichte man kennet, über einander, wie §. 20: so findet man den Druck des Bodens CD, wenn man nach §. 25. die Höhe KN der obern Materie in die Höhe KL der untern verwandelt, in welcher diese jener das Gleichgewicht hält; da es dann eben so viel ist, als wenn blos das untere Fluidum in der Höhe DK + KL. Boden drückte.

So verfährt man auch weiter, wenn noch mehr als zwey flüssige Materien übereinander stehen.

§. 27. Zus. 4. Sind (Fig. 25.) im Schenkel rechter Hand zweyerley flüssige Materien, welche zusammen mit einer dritten in dem Schenkel linker Hand das Gleichgewicht halten: so läßt sich die Vergleichung nach §. 25. 26. anstellen.

3. Feste Materien in flüssigen leichterer Art.

§. 28. Lehrs. Jede flüssige Masse setzt dem Gewichte eines in ihr befindlichen festen Körpers eine Kraft entgegen, welche dem Gewichte der von ihm verdrängten Portion der flüssigen Masse gleich ist.

Bew.

Bew. Man denke sich den Raum S, (Fig. 24.) den der feste Körper einnimmt, mit der flüssigen Masse angefüllt: so wird diese Portion von der übrigen Masse mit einer Kraft gehoben, die ihrem Gewichte gleich ist. §. 5. Da nun diese Kraft dieselbe bleibt, womit auch der Raum S angefüllt seyn möge: so wird auch der feste Körper, der diesen Raum einnimmt, mit eben der Kraft in die Höhe gehoben.

§. 29. Zus. 1. Ist die flüssige Masse von einerley Schwere mit dem festen Körper: so bleibt derselbe in der einmahl eingenommenen Stelle; ist sie von schwerer Art: so wird der feste Körper in die Höhe steigen; ist sie aber von leichterer Art, wie wir hier annehmen: so wird der feste Körper zu Boden sinken. Denn im ersten Falle wird seinem Gewichte ein gleich großes, im zweyten ein größeres, im dritten ein kleineres Gewicht entgegengesetzt.

Anm. Auch ein flüssiger Körper leichterer Art steigt in einem schwerern in die Höhe; worauf sich die Wein- und Spiritus-Probe gründet.

§. 30. Zus. 2. Da der feste Körper mit dem Ueberschusse seines Gewichts zu Boden sinkt: so kann man ihn, wenn er an einem Wagebalken angehängt ist, mit diesem Ueberschusse im Gleichgewichte erhalten; da sonst hiezu außerhalb der Flüssigkeit sein ganzes Gewicht gehört; das heißt: der Körper verliert von seinem Gewichte so viel, als die Flüssigkeit wiegt, die er verdrängt, d. i., die mit ihm einerley Raum einnimmt.

Anm. Ein Eymer Wasser, den man aus einem Brunnen ziehet, ist viel leichter, so lange er im Wasser ist; weil das Was-

ser,

ser, das ihn erfüllet, von dem umstehenden ganz, und noch dazu ein Theil des Eymers getragen wird. Sobald der Eymer außer dem Wasser ist, wirkt das ganze Gewicht des Eymers und des darinn enthaltenen Wassers.

§. 31. Zus. 3. In einer andern Flüssigkeit muß der feste Körper mehr oder weniger von seinem Gewichte verliehren, je nachdem die zweyte schwerer oder leichter, als die erste ist.

Dies läßt sich auch durch einen Versuch bestätigen; da zwey gleich große und schwere Körper, die in einer Wage sich das Gleichgewicht halten, dasselbe in zwey Flüssigkeiten von verschiedner Art verliehren, indem der Körper in der leichtern Flüssigkeit einen Ausschlag bekömmt, folglich weniger von seinem Gewichte verliehrt, als der andere in der schwerern.

§. 32. **Anm.** Bey Versuchen mit Einsenkung und Abwägung fester Materien in flüssigen, muß die Art der Materien und der jedesmahlige Grad der Wärme, wodurch die Körper verschiedentlich ausgedehnt werden, genau bemerkt und angezeigt werden. Es ist aber einerley, wie tief man den Körper einsenkt, weil er überall einerley am Gewichte verliehrt; welches beweist, daß der flüssigen Masse untere Theile von den obern nicht zusammengedrückt sind.

Zur Bequemlichkeit bey diesen Versuchen hängt an dem einen Ende des Wagebalkens ein Teller, worauf man so viel Gewicht legen kann, als der Körper in der flüssigen Masse verliehrt.

§. 33. **Aufg. Die specifischen Schweren flüssiger Massen, durch Einsenkung einerley festen Körpers schwerer Art, mit einander zu vergleichen.**

Aufl. Man wiege den festen Körper, wozu am besten ein eyförmiges Glas, eine so genannte Glasperle, dient, nach einander in jeder flüssigen Masse ab, und bemerke wie viel er in jeder an seinem Gewichte verliehrt; d. i., wie viel jede flüssige Masse

von

von gleichem Umfange mit dem festen Körper wiegt §. 30.: so verhalten sich die specifischen Schweren der flüssigen Massen, wie diese Gewichte. (§. 30. Stat. §. 75.)

Z. E. Verliehrt die Glasperle im Wasser 639, in Milch 659, in rectificirtem Weingeiste 553 Aß Troy: so hat man die Verhältnisse 639 : 659 : 553 oder 1,0000 : 1,0313 : 0,8653.

§. 34. Zus. 1. Kann man den festen Körper, den man abwiegt, ausrechnen, d. i. seinen körperlichen Inhalt bestimmen: so findet man auf solche Art, wie viel eine gegebene Portion von jeder flüssigen Masse wiegt §. 30, und hat also ihre specifischen Schweren selbst. (Stat. §. 2. 3.)

§. 35. Zus. 2. Hat man den Versuch §. 34. nur mit einer flüssigen Masse gemacht: so kann man aus den Verhältnißzahlen §. 33. die specifischen Schweren der übrigen Flüssigkeiten durch die Regel detri berechnen.

Z. E. Nach **Karstens** Anfangsgründen 2ter Band Hydrostatik §. 39. verliehrt ein Würfel, dessen Seite $1\frac{1}{2}$ Zoll Rheinländisch, dessen Inhalt also $\frac{27}{8}$ Cubikzoll ist, in Regenwasser bey temperirter Wärme 948 Gran Troy Holländisch. Folglich wiegt ein **Rheinl. Cubikzoll** Regenwasser 948 : $\frac{27}{8}$ d. i. 281 Gran Holländisch, oder 296 Gran Cöllnisch; und ein **Rheinl. Cubikfuß** 63 Pf. $3\frac{3}{8}$ Unz. Holländ. oder 66 Pf. $8\frac{23}{38}$ Unzen Cölln.; folglich ein Cubikfuß in Pariser Maaß und Gewichte 70 Pf. $7\frac{23}{48}$ Unz.

Nun setze man nach §. 33. für Milch 1,0000 : 1,0313 = 296 Gr : x Gr. u. s. w.

§. 36. **Anm.** Quecksilber läßt sich nach obiger Methode nicht behandeln, indem nur Gold darinnen sinkt, aber auch davon angegriffen wird. Man bestimmt daher sein specifisches Gewicht nach §. 24, oder einer andern Methode, die im folgenden vorkömmt.

§. 37.

§. 37. Aufg. Die specifischen Schweren fester Körper, durch Einsenkung in einerley flüssige Masse leichterer Art, mit einander zu vergleichen.

Auflös. Am bequemsten ist es hier, die festen Körper sämmtlich mit einer bekannten flüssigen Masse, dergleichen Regenwasser §. 35. ist, zu vergleichen; indem man ihr Gewicht mit dem Verluste im Wasser dividirt (§. 30. Stat. §. 75.)

Z. E. Verliehrt in Regenwasser ein Stück Gold 137 Gran am Gewicht $7\frac{1}{4}$ Gran, und ein Stück Silber 248 Gran am Gewicht 24 Gran: so ist Gold $\frac{137}{7\frac{1}{4}} = 18{,}896$; und Silber $\frac{248}{24} = 10{,}$ 333 mahl schwerer, als Regenwasser.

§. 38. Zus. 1. Aus diesen Verhältnißzahlen findet man die specifischen Gewichte der festen Körper §. 35.

§. 39. Zus. 2. Salze und andere Körper, die vom Wasser angegriffen werden, muß man in Terpentinöhl, oder subtilsten Weingeiste abwiegen, und durch die Verhältnisse dieser Flüssigkeiten gegen Wasser, in die hier gefundnen Verhältnißzahlen multiplicirt, die Verhältnisse jener festen Körper gegen Wasser bestimmen.

Z. E. 100 Gran Steinsalz verliehrt in rectificirtem Weingeiste 40, 41 Gran, folglich ist hier die Verhältnißzahl $\frac{100}{40{,}41}$. Nun ist für Weingeist gegen Wasser die Verhältnißzahl 0, 866, folglich ist hier Steinsalz gegen Wasser die Verhältnißzahl $\frac{100}{40{,}41} \cdot 0{,}$ $866 = 2{,}143$.

§. 40. Zus. 3. Läßt sich der feste Körper, z. E. Pulver, nicht unmittelbar an die Wage hangen: so thue man ihn in ein Gefäß (einen gläsernen Eymer mit durchbrochnem metallnen Deckel), das man zuvor im Wasser ins Gleichgewicht gebracht hat, und wiege ihn darinnen ab.

§. 41. **Anm.** Auf diese Art läßt sich auch Queckſilber abwiegen, vergl. §. 36.

4. Feſte Materien in flüſſigen ſchwererer Art.

§. 42. Lehrſ. Ein feſter Körper AC (Fig. 26) taucht ſich in einer Flüſſigkeit ſchwerer Art ſo tief ein, daß das Gewicht der Flüſſigkeit, die er verdrängt, dem ganzen Gewichte des feſten Körpers gleich iſt.

Bew. Das Gewicht einer ſolchen Portion hebt den Körper §. 28. Da nun dieſer mit ſeinem ganzen Gewichte ſinken will; ſo muß jenes dieſem gleich ſeyn, wenn ein Gleichgewicht Statt finden ſoll.

§. 43. Zuſ. 1. Soll der ſchwimmende Körper (d. i. der ſich nur zum Theil in eine Flüſſigkeit eintaucht) in verticaler Stellung ſchwimmen: ſo müſſen die Schwerpunkte des ganzen Körpers AC, und des eingetauchten Theils BD in einerley verticalen Linie liegen; am ſicherſten jener unter dieſem.

Denn denkt man ſich den Raum BD, welchen der eingetauchte Theil einnimmt, mit der Flüſſigkeit erfüllt: ſo hat dieſe Portion mit dem eingetauchten Theile einerley Schwerpunkt, durch welchen die Wirkung der umgebenden Maſſe in dieſem ſo wohl, als jenem Falle vertical gehet. Dieſe Verticallinie aber muß mit der Directionslinie des ganzen Körpers zuſammenfallen, wenn er aufgehalten werden ſoll. Folglich ſind obgedachte beyde Schwerpunkte in einerley verticalen Linie.

Der letzte Theil des Zusatzes beruhet auf Statik §. 64.

§. 44. Zus. 2. Da das Product des Raums AC in die specifische Schwere des festen Cylinders sein Gewicht, und das Product des Raums BD in die specifische Schwere der Flüssigkeit das Gewicht einer so großen Portion davon giebt, (Stat. §. 73.) beyde Gewichte aber, folglich auch beyde Producte gleich seyn müssen §. 42; so verhalten sich die specifischen Schweren der festen und der flüssigen Materien, wie BD:AC (Ar. §. 164.)

§. 45. Zus. 3. Jede dieser 4 Größen läßt sich aus den 3 übrigen durch die Regel detri berechnen; auch kann die Gleichheit obgedachter beyder Producte unmittelbar gebraucht werden.

§. 46. Zus. 4. Sind zwey schwimmende Körper von verschiedner Art von gleichem Gewichte: so verdrängen sie gleiche Portionen der flüssigen Masse; sind sie von gleicher Größe: so verhalten sich ihre specifischen Schweren, wie die Portionen der flüssigen Masse, die sie verdrängen.

§. 47. Zus. 5. Einen festen Körper, der schwerer als die Flüssigkeit ist, bringt man zum schwimmen, wenn man ihn mit einem andern leichtern verbindet, so daß beyder Gewicht zusammen kleiner ist, als das Gewicht der Flüssigkeit in dem Raume, den beyde zusammen einnehmen; weil das Ganze alsdann mit dem Ueberschusse des Gewichts gehoben wird.

Umgekehrt kann auf ähnliche Art ein leichterer Körper mit einem schwerern verbunden zum Sinken in der Flüssigkeit gebracht werden.

§. 48. Zus. 6. Einen festen Körper, der schwerer als die Flüssigkeit ist, bringt man auch zum schwimmen, wenn man ihn in einen ausgehöhlten Raum ausdehnt, so daß sein Gewicht kleiner ist, als die Flüssigkeit, die diesen Raum erfüllete.

Ein solches hohles Gefäß kann auch Körper, die sonst sinken würden, wenn man sie daran befestigt, erhalten, auch selbst noch von innen mit Gewichten beschwert werden. Im letztern Falle läßt sich die Größe des eingetauchten Theils nach §. 45. berechnen.

§. 49. Anm. Auf §. 47. 48. beruhet das Steigen des Luft-Ballons; desgleichen die Methode versunkene Lasten aus der Tiefe zu ziehen, da man ein weites Gefäß durch schwere Gewichte versenkt, die versunkene Last daran befestigt, und hierauf das Gefäß von den Gewichten ganz oder zum Theil befreyet, daß das Wasser das Gefäß mit der daran befestigten Last heben kann.

Eben so ist hienach die Tiefe, in welcher sich ein Schiff, je nachdem es beladen ist, im Meer- oder Fluß-Wasser senkt, zu beurtheilen. Seine Stellung aber beruhet auf §. 43.

§. 50. Aufg. Die specifischen Schweren fester Körper durch Einsenkung in einerley flüssige Masse schwererer Art mit einander zu vergleichen.

Auflös. Legt man den festen Körper, nachdem man ihn gewogen hat, in einen gläsernen Eymer, der hiezu mit einem durchbrochenen metallenen Deckel verschlossen wird, und zuvor unter dem Wasser ins Gleichgewicht gebracht ist: so hebt ihn das Wasser mit dem Uebergewichte einer Portion, die mit dem Körper einerley Raum einnimmt. Legt man nun auf

den

den Teller der Wage, woran der Eymer angehängt ist, so viel Gewicht, bis das Gleichgewicht wieder erfolgt: so muß dieses Gewicht so viel als obgedachtes Uebergewicht betragen, folglich die Summe dieses Uebergewichts und des Gewichts des festen Körpers dem Gewichte einer gleich großen Portion des Wassers gleich seyn. Wird also das Gewicht des festen Körpers mit dieser Summe dividirt: so zeigt der Quotient die Verhältniß des festen Körpers gegen Wasser (Stat. §. 79.)

Z. E. Ein Stück Birnbaumholz wog 193 Gran, und ward im Wasser mit 107 Gran erhalten, daß also eine gleich große Portion Wasser 193 + 107 Gran, d. i. 300 Gran wiegt, folglich die Verhältniß zum Wasser $= \frac{193}{300} = 0,6433$ ist.

Ein Stück Tannenholz wog 116 Aß, und ward im Wasser mit 88 Aß erhalten, daß also eine gleich große Portion Wasser 116 + 88 d. i. 204 Aß wiegt, folglich die Verhältniß zum Wasser $= \frac{116}{204} = 0,5686$ ist.

§. 51. Aufg. Die specifischen Schweren flüssiger Massen durch Einsenkung einerley festen Körpers leichterer Art mit einander zu vergleichen.

Auflös. 1.) Es sey ein schwimmender Körper, der sich ausmessen läßt, ein hohler Cylinder AC (Fig. 26.) mit einem schweren Boden BC versehen, um ihn in verticaler Stellung zu erhalten. §. 43. Sinkt nun derselbe in einer Flüssigkeit bis E, in einer andern bis D: so ist das Gewicht der ersten in dem Raume BE, und der zweyten in dem Raume BD, dem Gewichte des ganzen Cylinders gleich §. 42, und es verhalten sich die specifischen Schweren beyder Massen wie die Quotienten, welche entstehen, wenn man das Gewicht des Cylinders mit den Räumen

BE, BD dividirt (Stat. §. 79.), folglich wie BD: BE (Ar. §. 160.) oder wie CD:CE (Ster. §. 62.)

2) Oder beschwert man den Deckel des Cylinders A mit verschiednen Gewichten dergestalt, daß er in allen Flüssigkeiten gleich tief, etwa bis D einsinkt: so ist die Verhältnißzahl für jede Flüssigkeit das Gewicht des Cylinders nebst dem aufgelegten Gewichte, welches ihn bis D einsenkte.

§. 52. **Anm.** Hierauf gründet sich die Einrichtung und der Gebrauch der Instrumente, die man **Senkwagen**, araeometra, nennt, und die nach den verschiednen Anwendungen auch noch besondre Nahmen, **Wein- Bier- Sool-Wagen**, führen.

Zum Schlusse der Hydrostatik ist auch noch die bekannte Erfindung des Archimedes zu erwähnen, deren Geschichte Vitruvius im 9 B. 3 Cap. erzählet; worüber man sehr gegründete Bemerkungen im Wittenbergischen Wochenblatte vom J. 1775 im 45 Stück nachlesen kann.

III.

Die Aërometrie.

1. Die allgemeine Beschaffenheit der Luft.

§. 1. Die erste Erfahr. Bewegt man eine Fläche etwas geschwind gegen das Gesicht zu: so fühlt man, daß etwas an das Gesicht anstößt; auch zeigt sich, daß durch dergleichen Bewegung leichte Körper fortgetrieben werden. Hiebey aber sieht man nichts, was an das Gesicht anstößt, und was die leichten Körper forttreibt.

§. 2. Zus. 1. Der Raum, worinn wir sind, muß mit einer für uns unsichtbaren Materie überall erfüllt seyn; und diese Materie, deren genauere Beschaffenheit nun zu untersuchen ist, nennen wir Luft.

§. 3. Zus. 2. Die Luft, die alle Plätze, wo sie von andern Körpern nicht ausgeschlossen wird, ausfüllt, und der Trennung ihrer Theile keine merkliche Kraft entgegen setzt, muß eine flüssige Materie seyn; folglich alle Eigenschaften haben, die den flüssigen Materien wegen ihrer Flüssigkeit zukommen.

§. 4. Die 2te Erfahr. Steckt man eine an beyden Enden offene gläserne Röhre ganz ins Wasser, welches sie anfüllen wird, (Hydrost. §. 8.) und zieht solche, nachdem man ihre obere Oefnung mit dem Finger fest verschlossen hat, wieder heraus: so wird kein Wasser aus ihr fließen, ob sie gleich unten offen ist.

§. 5. Zus. 1. Das Wasser in der Röhre, welches vermöge seiner Schwere herabfallen müßte, wird weder vom Finger noch von der innern Fläche der Röhre, folglich von einer äußern Ursache gehalten, welche das Wasser von unten in die Höhe drückt. Und diese Ursach muß die Luft seyn, außer welcher sich nichts daselbst befindet.

§. 6. Zus. 2. Zwar scheint hieraus zu folgen, wie auch die Alten sich einbildeten, als habe die Luft eine ursprüngliche Kraft in die Höhe zu drücken, folglich in die Höhe zu gehen, d. i. sich von der Erde zu entfernen. Da aber eine solche Kraft machen würde, daß alle Luft, die in diesem Augenblicke um die Erde ist, im folgenden Augenblicke von ihr weggegangen wäre, folglich gar keine Luft mehr um uns seyn würde, wenn man nicht auf widersinnige Art annehmen wollte, daß alle Augenblick neue Luft um die Erde erzeugt würde, oder aus der Erde hervorkäme: so muß vielmehr eine Kraft seyn, welche die Luft bey der Erde erhält, d. i. sie vertical nach der Erde herabtreibt, woraus, wie bey dem Wasser, ein Druck nach oben entsteht. (Hydrost. §. 10.)

§. 7. Zus. 3. Die Luft ist, wie das Wasser, eine schwere flüssige Materie, und hat also auch die Eigenschaften, welche dem Wasser, in so fern es flüssig und schwer ist, zukommen.

Anm. Ob sich außer diesen gemeinschaftlichen Eigenschaften auch noch besondere an der Luft finden lassen, muß sich durch andere Erfahrungen zeigen.

§. 8.

§. 8. Zus. 4. Ist die Erde eine Kugel T: (Fig. 27.): so setzt sich die Luft um dieselbe in Gestalt einer concentrischen Kugel A, und erhält sich, indem sie sich rings um die Erde zusammenschließt, von selbst, ohne durch etwas anders eingeschlossen zu werden; weil jede Luftschicht C von der daran stoßenden D, B, zusammengehalten wird. Alle diese Luftschichten aber müssen von gleicher Höhe seyn, und sich in einer horizontalen Oberfläche endigen. In dieser Gestalt macht die gesammte Luft über der Erde das aus, was man die Atmosphäre, oder den Dunstkreis der Erde nennt.

§. 9. **Anm.** Die Luft in unserer Atmosphäre ist selten oder wohl gar nie rein, sondern in ihren Zwischenräumen mit fremdartigen Theilen mancherley, besonders von wäßriger Art (mit wäßrigen Dünsten) erfüllet. Nach der verschiednen Quantität dieser Dünste ist die Luft bald **feuchter**, bald **trockner.**

§. 10. Zus. 5. Der Druck eines jeden Lufttheilgens in der Atmosphäre muß mit der Höhe zugleich zu und abnehmen; folglich jede Fläche von der gesammten Atmosphäre einen Druck leiden, der dem Gewichte der Luftsäule auf dieser Fläche gleich ist, in einer Höhe, welche die Tiefe der Fläche unter der Oberfläche der Atmosphäre anzeigt.

§. 11. Die 3te Erfahr. Eine gläserne Röhre AB (Fig. 30.) über 28 Pariser Zoll lang, sey mit Queckſilber gefüllt, und oben luftdicht (d. i. daß keine Luft eindringen kann) verschlossen. Steckt man diese Röhre mit der untern zugehaltnen Oeffnung in ein mit Queckſilber gefülltes Gefäß: so

sinkt das Queckſilber in der Röhre, wenn man ſie unten wieder öfnet, von B bis D, ſo daß es in einer Höhe CD von etwa 28 Zoll über der Oberfläche MN im Gefäße ſtehen bleibt.

§. 12. Zuſ. 1. Zu mehrerer Deutlichkeit zeichne man in dem Queckſilber die eingebildeten Gränzen von A nach E, daß man ſich eine gebogne Röhre vorſtellen könne: ſo ſteht über E eine Luftſäule ſo weit die Atmoſphäre reicht, drückt auf das Queckſilber in der Röhre, und erhält es bis D. Nun iſt das Queckſilber in dem untern Theile der Röhre CAE für ſich im Gleichgewichte. Folglich hält die Luftſäule über E das Gleichgewicht mit der Queckſilberſäule CD. Demnach muß die Atmoſphäre gegen die Fläche C ſo ſtark drücken, als eine Queckſilberſäule, deren Grundfläche die Oefnung der Röhre C, und deren Höhe CD = 28 Par. Zoll iſt.

§. 13. Zuſ. 2. Da Queckſilber 14mahl ſchwerer als Waſſer (Hydroſt. §. 24.) folglich mit einer Waſſerſäule von 32 Fuß Höhe das Gleichgewicht hält: (Hydroſt. §. 25.) ſo iſt der Druck der Atmoſphäre gegen eine Fläche, dem Gewichte einer Waſſerſäule von 32 Fuß Höheüber dieſer Fläche gleich.

Z. E. Auf eine Quadratfläche drückt die Atmoſphäre, wenn 1 Cubikfuß Waſſer zu 70 Pf. angenommen wird, mit einer Gewalt von 2240 Pf.

§. 14. Anm. 1. In §. 11. nehme man vorerſt an, daß der Verſuch in freyer Luft, und nahe bey der Oberfläche der Erde geſchehe.

§. 15.

§. 15. **Anm.** 2. Aus §. 12. siehet man, daß anstatt der geraden Röhre BA in dem Gefäße mit Queckſilber, auch eine umgebogene Röhre BAE von willkührlicher Gestalt dienen könne.

§. 16. **Anm.** 3. Die Röhre wird in B luftdicht verschlossen, um den Druck der Luft auf D abzuhalten. Denn öfnete man B: so würde der Druck der Luft auf D den entgegengesetzten Druck auf E ganz oder zum Theil aufheben, daß D herabsinken müßte. Da nun B verschlossen, und das Queckſilber, welches die ganze Röhre bis B anfüllte, bis D gesunken ist, ohne daß Luft in diesen Raum eindringen kann: so ist BD eine **Luftleere**, spatium vacuum.

§. 17. **Anm.** 4. Da Evangelista **Torricelli**, ein Schüler des **Galiläi** im J. 1643. zuerst diesen Versuch mit der Queckſilberröhre angestellt hat: so heißt sie nach ihm die **Torricellische** Röhre, und der leere Raum DB die **Torricellische Leere**, vacuum Torricellianum. Die Veranlassung zu diesem Versuche gab ein Florentinischer Gärtner, der in einer Plumpenröhre das Wasser über 18 Ellen heben wollte.

§. 18. **Erkl.** Da die Torricellische Röhre den Druck der Luft zu bestimmen dient, in welcher Absicht man sie an einem Brete befestigt, und mit einem abgetheilten Maaßstabe, scala, versiehet: so hat man sie, besonders in dieser Gestalt, Barometer genannt, wovon im folgenden das nähere vorkommen wird. Die Höhe der Queckſilbersäule in der Röhre heißt die Barometerhöhe.

§. 19. **Die 4te Erfahr.** Wenn man ein umgekehrtes Weinglas auf Wasser in einem Napfe so bringt, daß dessen Oberfläche den Rand des Glases rings um berührt, und es in solcher senkrechten Stellung bis auf des Napfes Boden drückt: so tritt zwar etwas Wasser hinein, stehet aber inwendig nicht so hoch, als auswendig, und man hat eine Kraft nöthig, das Glas auf dem Boden zu erhal-

ten. Läßt diese Kraft nach: so wankt das Glas, und fällt, wenn man es nicht hält, um; zugleich aber fahren Blasen aus dem Wasser in die Höhe, und das Wasser steht nun inwendig so hoch als auswendig.

Senkt man hingegen das Glas schief ins Wasser: so füllt es sich sogleich damit ganz an, ohne daß Blasen in die Höhe fahren, und bleibt auf dem Boden ruhig stehen, ohne daß man es halten darf.

§. 20. Zus. 1. Das Glas ist mit Luft angefüllt, welcher das Wasser den Ausgang verschließt. Durch das hineingetretene Wasser werden die Theile dieser eingeschlossenen Luft näher zusammen in einen engern Raum, gebracht, zusammengedrückt, comprimirt (wofern nicht etwa von den beyden Materien die eine in die leeren Zwischenräume der andern tritt; welches jedoch nicht seyn kann, weil beyde Materien von einander abgesondert bleiben, indem das Wasser nur den untersten Raum nächst dem Rande des Glases einnimmt.) Diese zusammengedrückte Luft muß es auch seyn, was das Glas zum Wanken bringt, weil es stehen bleibt, wenn die Luft in Gestalt der Blasen herausgefahren ist, oder wenn man sie beym schiefen Einsenken herausgelassen hat. Folglich sucht diese zusammengedrückte Luft, wenn die Kraft nachläßt, seine Theile wieder von einander zu entfernen, und sie in einem größern Raum auszubreiten, auszudehnen oder zu dilatiren.

§. 21.

§. 21. Zus. 2. Die Luft ist eine elastische Materie, d. i. die sich durch eine äußere Kraft zusammendrücken läßt, und, wenn die Kraft nachläßt oder ganz wegbleibt, von selbst wieder ausbreitet. (Stat. §. 30.)

§. 22. Zus. 3. In einer elastischen Materie muß also eine gewisse Kraft seyn, welche die Theile, wenn sie sich einandert genähert haben, wieder aus einander treibt. Diese Federkraft, Elasticität, muß auch desto größer seyn, je näher die Theile in einander kommen, d. i. die Materie sucht sich mit desto grösserer Gewalt auszubreiten, je mehr sie zusammengedruckt ist. Auch muß die Zusammendrückung einer solchen Materie so lange dauren, bis die ausdehnende Kraft der zusammendrückenden gleich ist; weil sonst beyde einander das Gleichgewicht nicht halten könnten.

Alles dieses bestätigt auch die Erfahrung von flüssigen so wohl, als festen elastischen Materien, denn es sey ein Cylinder AB (Fig. 28.) mit einem beweglichen genau einpassenden Deckel oder Stempel A versehen, worauf man nach und nach verschiedne Gewichte legt, um den Deckel hineinzudrücken. Nun sey in diesem Cylinder entweder eine Stahlfeder angebracht, oder derselbe mit Luft angefüllt: so wird ein Gewicht P den Stempel bis auf eine gewisse Weite hineintreiben, bis die ausdehnende Kraft des eingeschlossenen elastischen Körpers ihm das Gleichgewicht hält. Vergrößert man das Gewicht P: so wird der

Deckel

Deckel auch weiter hineingetrieben, folglich auch eine größere Elasticität des elastischen Körpers zum Gleichgewicht erfordert; und es kann also das Gewicht P als das Maaß der Elasticität des comprimirten Körpers angesehen werden.

§. 23. Zus. 4. Was hierbey das Gewicht P thut, das bewirkt auch der Druck einer über der Fläche A stehenden Luftsäule, welche auch ohne Deckel die Luft in AB so weit zusammendrückt, bis die Elasticität der untern Luft dem Drucke der obern gleich ist.

§. 24. Zus. 5. Denkt man sich die Atmosphäre §. 8. in lauter solche Säulen getheilt: so ist in jeder die Elasticität jeder untern Luftmasse dem Drucke der darüber stehenden Luftsäule gleich; folglich desto grösser, je tiefer; und desto geringer, je höher man in jeder Säule diese Masse annimmt. In gleicher Tiefe aber muß die Masse in jeder Säule von gleicher Elasticität und Dichtigkeit seyn, wenn man blos auf den Druck siehet, den sie leidet.

§. 25. Zus. 6. Wenn man daher Luft im Thale in einem Gefäße mittelst eines Hahns verschließt, und solches auf einem hohen Berge öfnet: so muß daselbst Luft aus dem Gefäße herausfahren. Schließt man hierauf den Hahn und öfnet ihn im Thale: so muß Luft wieder hineinfahren. Denn in beyden Fällen muß die Luft im Gefäße mit der äußern Luft ins Gleichgewicht kommen.

Bestimmter zeigt dies das Barometer, welches im Thale eine größere Höhe, als auf dem Berge hat;

hat; woraus sich der Unterschied des Drucks und der Elasticität genau berechnen läßt. §. 13.

Anm. Diesen Versuch hat Pascal zuerst im Jahre 1648 veranstaltet auf dem Pui de Dome, nahe bey Clermont in Auvergne, der 500 Toisen Höhe über Clermont hat, und auf dem das Barometer um 3 Zoll $1\frac{1}{2}$ Linie gesunken war.

§. 26. Zus. 7. In einem Zimmer dringt durch verschiedne Oefnungen die äußere dichtere zu der innern dünnern Luft, bis ihre Federkraft dem Drucke der Atmosphäre auf sie gleich ist; da dann der Versuch §. 4. und 11. im Zimmer, so wie unter freyem Himmel, erfolgt; folglich die geringere Portion Luft im Zimmer vermöge ihrer Elasticität eben das, was der Druck der ganzen Luftsäule im Freyen, wirkt, §. 23. vergl. §. 14.

Eben dieses zeigt sich noch bestimmter und auffallender, wenn man die gebogene Barometerröhre (Fig. 30.) in F verschließt; da dann die Queckſilbersäule CD von der Elasticität der wenigen in EF eingeschlossenen Luft noch eben so, wie zuvor vom Drucke der ganzen Atmosphäre, erhalten wird. Demnach zeigt das Barometer nicht nur den Druck der Atmosphäre, sondern auch die Elasticität der untern Luft, die jenem Drucke gleich ist, an. §. 23.

§. 27. Die 5te Erfahr. Bindet man eine schlaffgemachte Lammsblase fest zu, und erwärmt sie allmählig auf allen Seiten: so dehnt sie sich nach und nach zu einem runden Körper aus, und zerspringt auch wohl.

§. 28.

§. 28. Zus. 1. Die Ausdehnung der Blase kann durch nichts anders erfolgen, als daß die in den Falten der Blase enthaltene Luft den ganzen Raum der Blase erfüllt. Da nun dies die Wärme bewirkt: so erhellet daraus, daß die Luft von der Wärme ausgedehnt wird, d. i. eine Quantität Luft nimmt warm einen größern Raum ein, als kalt, und vermag, so lange sie warm ist, einer dichtern kalten Luft das Gleichgewicht zu halten.

§. 29. **Anm.** Die Wärme bewirkt eine Ausdehnung nicht bloß bey Luft, sondern auch, aber im geringern Grade, bey Wasser und andern flüssigen Materien, auch selbst bey festen Körpern. Hiervon das Nähere im Folgenden.

§. 30. Zus. 2. Wenn man ein Gefäß erhitzt, daß die sich ausdehnende Luft einen Theil davon heraustreibt, hierauf genau verschließt, daß keine Luft wieder eintreten kann, und langsam erkalten läßt: so wird es weniger wiegen, als wenn man durch die Oefnung nachmahls wieder Luft hat hineintreten lassen. Hieraus bestätigt sich die Schwere der Luft §. 6, und wird begreiflich, wie durch Wärme ein Luftwechsel bey Windöfen, Kaminen u. s. w. bewirkt werde.

§. 31. Zus. 3. Wenn man ein Gefäß mit einer engen Röhre erhitzt und ins Wasser steckt: so erhält die äußere Luft nach einiger Zeit das Uebergewicht, und treibt so viel Wasser hinein, daß der Raum, den die verkältete Luft verläßt, ausgefüllt wird.

Durch Vergleichung dieses Raums mit dem Raume des ganzen Gefäßes kann man also bestimmen, um welchen Theil ihres Raums die Luft durch die

Hitze

Hitze ausgedehnt wird. Auf diese Art fand Robins, (Eulers erläuterte Artillerie S. 97.) daß die Luft in der Höhlung eines bis zur weißen Hitze gebrachten Eisens 4mahl stärker ausgedehnt ward.

§. 32. Zus. 4. Wäre eine Quantität Luft in einem Gefäße eingeschlossen, daß sie sich in keinen grössern Raum ausdehnen könnte: so bliebe bey der Erwärmung ihre Dichtigkeit zwar dieselbe; aber ihr Bestreben sich auszudehnen, d. i. ihre Elasticität würde größer. Oder würde die Luft in dem Raume AB, (Fig. 28.) deren Elasticität dem Gewichte P gleich ist, erwärmt: so müßte man das Gewicht P vergrößern, wenn der Deckel da bleiben sollte, wo er vorher war, daß also die Elasticität der Luft durch die Wärme zugenommen hat.

§. 33. Zus. 5. Wenn die Barometerhöhe zu- oder abnimmt: so ist dies nicht immer ein Zeichen, daß der Druck der Atmosphäre zu- oder abgenommen habe; sondern das Steigen oder Fallen des Barometers kann auch durch die von dem Grade der Wärme veränderte Elasticität der Luft bewirkt werden. Auch können wohl beyde Ursachen concurriren. Vergl. §. 26. Nur bey einerley Grad der Wärme bestimmt sich die Barometerhöhe nach dem Drucke der Atmosphäre.

§. 34. Die 6te Erfahr. Eine gläserne gebogene Röhre ABC (Fig. 31.) deren beyde Schenkel vertical sind, war in C geschlossen, in A offen. Der durchaus gleich weite Schenkel EC war 12 Zoll hoch, der andre DA aber viel höher. Der untere horizon-

zontale Theil DBE ward mit Queckſilber gefüllt, daß DE horizontal, folglich die in EC eingeſchloſſene Luft mit der äußern bey 28 Zoll Barometerhöhe von einerley Beſchaffenheit war. Nun füllte man zweymahl Queckſilber in den langen Schenkel, daß es darin bis H, im andern bis F ſtand, und fand das erſte Mahl GH = 14″, EF=4″, und das zweyte Mahl GH=28″, EF = 6″.

§. 35. Zuſ. 1. Bey dieſem Verſuche ſind die Räume 12, 8, 6, welche die Luft im Schenkel EC nach und nach einnahm; und die drückenden Kräfte 28, 42, 56; folglich jene umgekehrt wie dieſe.

Denn bey dem mit Luft gefüllten Raume 12 war der Druck 28″, bey dem Raume 8 war der erſte Druck mit 14″ vermehrt, alſo 42; bey dem Raume 6 war der erſte Druck noch mit 28″ vermehrt, alſo 56. Und nun iſt offenbar 12 : 8 = 42 : 28, 12 : 6 = 56 : 28, 8 : 6 = 56 : 42. Demnach verhalten ſich Räume umgekehrt wie die zuſammendrükkenden Kräfte; welches man das Mariottiſche Geſetz nennt, weil Mariotte dieſen Verſuch zuerſt angeſtellt hat.

§. 36. Zuſ. 2. Bey Wiederholungen dieſes Verſuches, wobey man freylich nur ſchwache Zuſammendrückungen der Luft vornehmen kann, waren zwar andre Zahlen, aber die Verhältniſſe blieben dieſelben. Demnach iſt, wenigſtens bey ſchwachen Zuſammendrückungen der Luft, das Mariottiſche Geſetz allgemein,

wenn

wenn nur während des Versuchs der Grad der Wärme ungeändert bleibt.

Auch fand Mariotte durch andre Versuche, daß solches Gesetz nicht nur bey der atmosphärischen, sondern auch bey einer 4mahl dichtern Luft Statt finde.

Aber für große Zusammendrückungen kann man es nicht annehmen; weil sonst daraus folgte, daß eine Portion Luft auch in den allerkleinsten Raum zusammengedrückt werden könnte, welches bey unmittelbarer Berührung aller Lufttheile nicht möglich ist. Die Zusammendrückung der Luft hat so, wie die Ausdehnung, gewiß ihre Gränzen, die nicht überschritten werden können.

§. 37. Zus. 3. Da die Elasticität dem Drucke gleich ist: so verhalten sich, unter den angegebenen Einschränkungen, auch die Größen der Elasticität umgekehrt wie die Räume.

2. Die Luftpumpe.

§. 38. Aufg. Ein Werkzeug, womit man die Luft in einem Gefäße verdünnen und verdichten kann, d. i. eine Saug- und Druckpumpe (Fig. 29.) anzugeben.

Auflös. 1) Structur der Pumpe. In einen metallenen Cylinder oder Stiefel AB, passe ein Stempel oder Kolben, embolus, C, der mittelst der Kolbenstange CD ganz auf- und niedergehe. An eine Oefnung im Boden des Stiefels B schließe sich eine gebogene, durch einen Teller FG gehende Verbin-

dungsröhre BEF an, wodurch ein conischer, wohl-eingeschmirgelter Zapfen oder Hahn H stecke, der auf zweyerley Art durchbohrt ist: einmahl gerade, so daß nur ein Weg durch ihn aus der Röhre in den Cylinder gehe; zweytens schief, so daß nur ein Weg durch ihn aus der freyen Luft in die Röhre, einmahl nach E, ein andermahl nach B, gehe. Endlich komme über der Oefnung F der Verbindungsröhre der Recipient, d. i. entweder eine gläserne an den Teller wohl anschließende Glocke, campana, die über der Oefnung F gesetzt wird; oder ein Gefäß mit einem engen Halse, durch den ein gerade durchbohrter Hahn gehet, welches an die Verbindungsröhre über der Oefnung F angeschroben wird.

2) Gebrauch dieses Werkzeugs, als Saug-pumpe, d. i. zur Verdünnung der Luft.

Man stelle den Hahn H so, daß nur der erste Weg offen sey, und ziehe den Stempel C, der am Boden B anschließt, bis A herauf: so wird die Luft im Recipienten sich ausbreiten, und zugleich den Raum des Stiefels anfüllen, folglich sich verdünnen. Nun stelle man den Hahn so, daß nur der Weg aus der freyen Luft nach B offen ist, und stoße den Stempel von A nach B: so wird die in den Stiefel eingetretene Luft herausgetrieben. Dieses einmahlige Ausziehen und Einstoßen des Stempels heißt eine Auspumpung, wodurch die Luft in dem Recipienten verdünnt worden ist. Durch eine zweyte Auspumpung wird diese verdünnte Luft abermahls verdünnt u. s. f.

wo-

wobey der Druck der äußern Luft auf den Recipienten das Uebergewicht über den Gegendruck der eingeschlossenen verdünnten Luft erhält.

3) Gebrauch dieses Werkzeugs als Druck-pumpe, d. i. zur Verdichtung der Luft

Man stelle den Hahn so, daß der Weg aus der freyen Luft nach B offen ist, und ziehe den Stempel von B nach A: so wird die Luft aus der Atmosphäre den Stiefel anfüllen. Nun stelle man den Hahn so, daß der erste Weg offen ist, und stoße den Stempel von A nach B: so wird die in den Stiefel eingetretene Luft in den Recipienten getrieben, kömmt zu der daselbst schon befindlichen Luft, und verdichtet sie also. Dies heißt eine **Compression.** Jede folgende bringt von neuem wieder Luft zu der eingeschlossenen, und verdichtet sie immer mehr, wodurch also der Druck der comprimirten Luft über den Gegendruck der äußern immer mehr Uebergewicht erhält.

§. 39. **Anm. 1.** Dies ist die einfachste Art der Luftpumpe, die am leichtesten zu verstehen, und zu ihren Absichten vollkommen hinreichend ist. Von den mancherley Veränderungen in der Einrichtung der Luftpumpe ist hier blos zu bemerken, daß statt des Hahns auch **Klappen** oder so genannte **Ventile** dienen können, die so eingerichtet sind, daß ein Druck von der einen Seite die Klapps oder das Ventil öfnet, und ein Druck von der andern Seite beydes nur desto fester verschließt.

§. 40. **Anm. 2.** Mit einem dergleichen Ventil wird auch der Recipient, worin die Luft comprimirt werden soll, versehen, damit es der zusammengedrückten Luft den Ausweg verwehre.

§. 41. **Anm. 3.** Verschließt man mittelst des Hahns die im Recipienten befindliche verdünnte oder verdichtete Luft: so kann man den Recipienten von der Verbindungsröhre abschrauben, und so nach Gefallen gebrauchen.

§. 42. Anm. 4. Die **Windbüchse** ist ein Flintenlauf mit einem Recipienten, woran die Luft mittelst einer Druckpumpe stark comprimirt wird. Durch das Niederschlagen des Hahns auf einen Stift, wird das Ventil des Recipienten geöfnet, aber durch eine inwendig angebrachte Feder sogleich wieder verschlossen, indem die herausfahrende Luft die Kugel aus dem Laufe treibt.

§. 43. Zus. 1. Wenn der Recipient mit dem Cylinder von gleicher Weite ist, die Luft sich jedesmahl gleichförmig verbreitet, und keine neue Luft eintritt: so bleibt nach der ersten Auspumpung $\frac{1}{2}$, nach der zweyten $\frac{1}{4}$, nach der dritten $\frac{1}{8}$ u. s. w. der anfänglichen Luft im Recipienten. Eben so ist nach der 1. 2. 3. u. s. w. Compression im Recipienten 2, 3, 4 u. s. w. mahl so viel Luft, als zu Anfang.

§. 44. Zus. 2. Steckt man eine offene gläserne Röhre mit dem einen Ende in ein Gefäß mit Queckſilber, mit dem andern durch den Teller der Luftpumpe unter die Campane: so wird bey jeder Auspumpung die Luft in der Röhre immer mehr verdünnt, und das Queckſilber durch den Druck der äußern Luft in der Röhre immer mehr gehoben. Die eingelassene Luft treibt dasselbe wieder zurück.

§. 45. Zus. 3. Geht die Torricellische Röhre durch eine luftdicht verschlossene Oefnung der Campane: so wird bey jeder Auspumpung die Luft, welche das Queckſilber in der Röhre erhält, immer mehr verdünnt werden, folglich das Queckſilber in der Röhre immer mehr sinken. Die eingelassene Luft treibt dasselbe wieder herauf.

§. 46. Zus. 4. Stellt man einen blechernen Cylinder, der unten offen, oben mit einer eingekitteten

Glas-

Glasscheibe verschlossen ist, auf den Teller der Luftpumpe: so läßt sich der Druck der Atmosphäre auf die Glasscheibe berechnen §. 13, welcher aber durch den gleich starken Gegendruck der eingeschlossenen Luft aufgehoben wird. Wird nun diese eingeschlossene Luft durch das Auspumpen verdünnt: so bekömmt die äussere Luft das Uebergewicht, und zersprengt die Glasscheibe mit großer Gewalt.

So drückt auch die Atmosphäre auf die Recipienten, kann sie aber wegen ihrer gewölbten Figur, wenn auch gleich die innere eingeschlossene Luft verdünnt wird, nicht zersprengen.

Anm. Man hat durch anderweitige Berechnungen gefunden, daß aus diesem Drucke auf die Campane oder einen sphärischen Recipienten ein senkrechter Druck entstehet, so groß, als auf eine ebene Fläche, die dem größten Durchschnitte des Recipienten gleich ist. Hieher gehört auch der Versuch mit den **Guerikischen** Halbkugeln.

§. 47. **Zus. 5.** Verdünnt man aufs möglichste die Luft in einer metallenen oder gläsernen hinreichend starken Kugel, deren Hals mittelst eines Hahns geöfnet und verschlossen werden kann; wiegt sie in diesem Zustande, und abermahls, wenn man die Luft wieder hineingelassen hat: so giebt der Unterschied das Gewicht der Luft in diesem Raume, welches sich mit einer gleich großen Portion Wasser vergleichen läßt.

Anm. So hat man nach einer Mittelzahl die Luft nahe an der Oberfläche der Erde bey mittelmäßiger Wärme 800 mahl leichter als Wasser gefunden. **Wolf** fand durch Ausrechnung des Gefäßes einen Cubikfuß Luft 585 Gran Apothekergewicht, woraus er folgerte, daß Wasser 846 mahl schwerer sey.

§. 48. Zus. 6. Bringt man ein Gefäß mit Wasser, oder einer andern Flüssigkeit, unter die Campane: so fahren bey der Auspumpung häufige Blasen heraus, die nichts anders seyn können, als Luft, die sich in den Zwischenräumen der flüssigen so wohl als festen Materien befindet.

Anm. Durch eine vollkommenere Luftpumpe fand Canton (neues Hamb. Magaz. 70. St. 360. S.), daß flüssige Materien, vom Drucke der Atmosphäre befreyet, sich in etwas ausdehnen; und zwar, daß der Raum, den Regenwasser nicht zusammengedruckt einnimmt, in eine Million Theile getheilt, um 46 solcher Theile durch den Druck der Atmosphäre vermindert werde. Eben dies müßte auch eine 32 Fuß hohe Wassersäule bewirken. Aber selbst dieser Versuch beweist, daß dergleichen Zusammendrückung bey (Hydrost. §. 32.) nicht bemerkt werden könne. Ueberhaupt ist in der Natur kein Körper vollkommen elastisch, oder vollkommen unelastisch; so wie keiner vollkommen fest, und vollkommen flüssig. Und so, wie wir eine Materie mit Recht flüssig nennen, deren Theile mit keiner merklichen Kraft zusammenhängen: so heißt eine Materie unelastisch, die keine merkliche Elasticität zeigt. Für unsre gewöhnliche Versuche finden wir das Queckfilber flüssig, und rechnen es ohne Bedenken zu den flüssigen Materien, ob wir gleich wissen, daß es durch einen ungewöhnlichen Grad von Kälte ein fester Körper wird. Eben so, und noch mit mehrerem Rechte, können wir auch ohne Bedenken das Wasser, und ähnliche Massen, zu den unelastischen Materien zählen, weil sie sich bey allen unsern Versuchen als solche zeigen, wenn sie auch durch sehr große Kräfte dahin gebracht werden können, daß sie einen sehr kleinen Grad von Elasticität blicken lassen.

3. Das Barometer und Thermometer.

§. 49. Die 7te Erfahr. Das Barometer steht nicht nur an verschiedenen Orten, sondern auch an einerley Orte zu verschiedenen Zeiten, auf verschiedener Höhe.

§. 50. Zus. 1. Der Druck der Luft auf das Barometer muß also an verschiedenen Orten sowohl, als in verschiednen Zeiten, zu- und abnehmen.

§. 51. Zus. 2. Da dieser Druck von der Elasticität der Luft entsteht, diese aber aus dem Gewichte der darüber entstehenden Luftsäule so wohl, als aus dem jedesmaligen Grade der Wärme entspringt: so beweist die veränderte Barometerhöhe, daß entweder in dem Gewichte der Luftsäule, oder in der Wärme der Luft, oder in beyden zugleich, eine Veränderung vorgegangen sey. Das Barometer kann also nicht, wie der Nahme anzeigt, die Gewichte der Luft, sondern eigentlich nur ihre Elasticität mit einander vergleichen, auch keinesweges sie ausmessen.

§. 52. Zus. 3. Da der Druck, den die Elasticität der Luft auf das Barometer bald mehr, bald weniger äußert, das Queckſilber bald höher treibt, bald wieder sinken läßt: so muß die Barometerröhre (Fig. 30.) entweder in einem Gefäße stecken, oder unten wieder aufwärts gekrümmt seyn, damit das Queckſilber den gehörigen Zu- und Abfluß haben könne. In beyden Fällen aber wird die Barometerhöhe von der horizontalen Oberfläche MN an gerechnet.

§. 53. Zus. 4. Beym Steigen und Fallen des Barometers verändert sich auch jedesmahl die horizontale Oberfläche MN; daher entweder die angebrachte Scala darnach verschoben werden muß, oder das Fallen in dem einen Schenkel, und das Steigen in dem andern, gegen einander in Rechnung zu bringen

ist, oder man dem Gefäße, welches dem Queckſilber in der Röhre Zu- und Abfluß gewähret, in Verhältniß gegen die Röhre eine große Weite zu geben hat.

§. 54. **Anm.** Die verſchiednen Einrichtungen der Barometer und ihrer Scalen, ſo wie auch die mannigfaltigen Erfindungen, ihre Veränderungen empfindlicher zu machen, werden am beſten an wirklich vorliegenden Barometern erklärt. Nur eins iſt hier noch zu erwähnen: daß ein **einfaches** Barometer blos mit Queckſilber, ein **zuſammengeſetztes** aber zugleich noch mit einer leichtern Flüſſigkeit gefüllt ſey.

§. 55. **Zuſ. 5.** Beobachtet man an einem Orte ein oder mehrere Jahre hindurch die verſchiednen Barometerhöhen, und nimmt aus der größten und kleinſten das Mittel oder den Durchſchnitt: ſo heißt dieſes die mittlere Barometerhöhe des Orts.

§. 56. **Zuſ. 6.** Da das Barometer zu gleicher Zeit in höhern Gegenden niedriger ſtehen muß, als an niedrigern: ſo wird auch die mittlere Barometerhöhe auf Bergen kleiner, in Gruben aber größer ſeyn, als im Thale. Hierauf gründen ſich die Höhenmeſſungen mit dem Barometer, die ſich hier nicht erklären laſſen. Doch erſiehet man aus Obigem die allgemeine Möglichkeit der Sache, und die Nothwendigkeit, den jedesmahligen Grad der Wärme mit in Rechnung zu bringen.

§. 57. **Anm.** Man gebraucht auch das Barometer zur Beurtheilung der Witterung, und nennt es in dieſer Rückſicht ein **Wetterglas**, wovon (aber nicht, wie neuerdings geſagt worden iſt, vom Barometer) **Otto von Guerike** der Erfinder ſeyn mag. Die Wetterregeln, die aber viele und große Ausnahmen haben, ſind vorzüglich folgende: Das Barometer ſteigt gewöhnlich über die mittlere Barometerhöhe des Orts, wenn das Wetter heiter, beſtändig, ruhig und trocken iſt; und fällt unter dieſe Höhe, wenn

das

das Wetter regenhaft, veränderlich, stürmisch und feucht wird. Im Winter pflegt die größte und kleinste Höhe zu erfolgen. In kalten Ländern sind die Veränderungen am Barometer schneller und merklicher, als in heißen Ländern. Fällt das Barometer bey gutem Wetter: so kömmt gemeiniglich Regen oder Wind; steigt es bey Regenwetter: so folgt gut Wetter darauf. Bey heißer Witterung zeigt das Fallen Donner; bey kalter hingegen das Steigen Frost, das Fallen Thauwetter an.

§. 58. Die 8te Erfahr. Eine gläserne Röhre, die sich in eine Kugel (oder einen Cylinder) endigt, sey mit einer flüssigen Masse zum Theil angefüllt: so wird, wenn man die Kugel erwärmt, die Flüssigkeit in der Röhre höher steigen, und wenn man die Kugel erkältet, wieder herabsinken.

§. 59. Zus. Flüssige Materien werden von der Wärme ausgedehnt, und von der Kälte verdichtet.

§. 60. Erkl. Eine solche Röhre §. 58, die oben luftleer gemacht und zugeschmolzen ist, wird mit einer Eintheilung, scala, versehen, und heißt alsdann ein Thermometer, welches dient, die Veränderungen in der Wärme mit einander zu vergleichen, aber keineswegs sie auszumessen.

§. 61. Die 9te Erfahr. Steckt man das Thermometer in gefrierendes Wasser: so fällt es bis auf einen beständigen Punkt, den Frostpunkt; steckt man es bey einer Barometerhöhe von 27 Zoll in siedendes Wasser: so steigt es bis auf einen beständigen Punkt, den Siedepunkt.

§. 62. Zus. 1. War das Thermometer mit Queckfilber gefüllt, und man theilte den Raum, den es

beym Frostpunkte einnimmt, in 11156 Theile: so fand man, daß es sich bis zum Siedepunkte um 180 solcher Theile ausgedehnt hatte. Trägt man 32 solcher Theile herabwärts unter den natürlichen Frostpunkt: so bekömmt man den künstlichen Frostpunkt, so daß auf die Länge von diesem bis zum Siedepunkte 212 Theile gehen. Dieses heißt das Fahrenheitische Thermometer.

§. 63. Zus. 2. War das Thermometer mit geschwächtem Weingeiste gefüllt, und man theilte den Raum, den er beym Frostpunkte einnimmt, in 1000 Theile: so fand man, daß er sich bis zum Siedepunkte um 80 solcher Theile ausgedehnt hatte. Dieses heißt ein **Reaumürisches Thermometer.**

§. 64. **Anm.** 1. Das Weitere von diesen beyden Thermometern, und die Erklärung anderer nicht so gewöhnlicher Arten dieses Instruments, ist nicht dieses Orts.

§. 65. **Anm.** 2. Eben so wenig kann hier vom **Pyrometer** oder dem **metallenen Thermometer** gehandelt werden, welches dient, die Ausdehnung fester Körper durch Wärme merklich zu machen; welcher Umstand bey mancherley Vorfällen, als bey Uhrwerken, mathematischen Instrumenten, und selbst bey Barometern und den gewöhnlichen Thermometern, nicht aus der Acht gelassen werden darf.

4. Anwendung der Luft zur Bewegung des Wassers.

§. 66. Erkl. Ein Heber (Fig. 32.) ist eine mit Wasser gefüllte und in ein Wasserbehältniß eingesteckte gebogene (oder zweyschenklichte) Röhre ACB, durch welche der Druck der Atmosphäre das Wasser

nach

nach der Richtung treibt, nach welcher er das Uebergewicht hat.

Nämlich die Atmosphäre drückt gegen A und B mit dem Gewichte einer Wassersäule von 32 Fuß Höhe, wovon aber die Höhe des Wassers in jedem Schenkel CE, CF, abgehet. Ist daher B unter DE: so läuft das Wasser aus B, bis DE in gleiche Tiefe mit B kömmt. Steckt man den andern Schenkel auch in ein Behältniß mit Wasser, dessen Oberfläche über DE ist: so läuft das Wasser aus A, wie zuvor aus B. Nur muß in beyden Fällen die Wasserleitung nicht über 30 Fuß Höhe betragen.

§. 67. **Anm.** 1. Das Füllen des Hebers geschiehet im Kleinen durch Saugen. Beym **Bergheber**, womit man das Wasser über eine Anhöhe (nicht über 30 Fuß groß) leiten will, sind bey A und B Hähne, und bey C ein Hahn und ein Trichter, den Heber zu füllen.

§. 68. **Anm.** 2. Beym **Vexirbecher** (Fig. 33.) sind die beyden Schenkel des Hebers in einander gesteckt; indem die engere Röhre, die durch den Boden des Gefäßes gehet, mit einer weitern bedeckt ist, die nur eine kleine Oefnung nahe beym Boden hat. Der Becher läuft nur aus, wenn er ganz gefüllt ist, daß das Wasser die obere Oefnung der engern Röhre erreicht.

Hieraus lassen sich die Brunnen erklären, die bald mit Wasser gefüllt, bald, selbst in feuchten Jahren, trocken sind.

§. 69. **Anm.** 3. Ist (Fig. 32.) die untere Oefnung in die Höhe gebogen, daß sie sich in eine feine Spitze endigt: so erhält man eine Fontaine, oder springendes Wasser.

§. 70. **Erkl.** Der Heronsball (Fig. 34.) ist ein luftdichtes Gefäß von beliebiger Gestalt ABCD, mit Wasser nicht ganz, etwa bis GH gefüllt, welches von der in AH eingeschlossenen Luft, wenn sie das Ueber-

gewicht über die äußere bekömmt, durch eine mit einem Hahne versehene Röhre EF getrieben wird.

Die in AH eingeschlossene Luft erhält nämlich das Uebergewicht, entweder durch die Erwärmung, oder, wenn man das Gefäß unter die Campane der Luftpumpe bringt, durch Verdünnung der sie umgebenden; oder, wenn sich das Gefäß an die Röhre der Druckpumpe anschrauben läßt, durch die Compression.

§. 71. **Anm.** Auch kann der Heronsball A (Fig. 35.) mit einem zweyten Gefäße B mittelst zweyer Röhren C, D verbunden werden, von denen die eine C dem Gefäße B Wasser, die andre D dem Heronsballe A Luft zuführt. Diese Einrichtung heißt der **Heronsbrunnen**, fons Heronis.

§. 72. **Erkl.** Ein Saugwerk (Fig. 36.) besteht aus der Pumpenröhre AB, mit dem durchbohrten Kolben EF, und aus der Saugröhre CD, in einem Wasserbehältnisse, nebst zwey Ventilen oder Klappen C und K; da dann das Wasser mittelst des auf- und niedergehenden Kolben bis zur Ausgußröhre GH gehalten wird.

Gehet nämlich der Kolben von B bis F: so breitet sich die Luft der Saugröhre in den leergemachten Raum aus, indem es die Klappe C hebt. Hiedurch erhält die äußere Luft das Uebergewicht, und treibt das Wasser aus dem Behältnisse in die Höhe, bis es endlich bis zum Kolben gelangt. Drückt man diesen nieder: so wird die Klappe C nur desto mehr verschlossen, aber die Klappe K geöfnet, daß das Wasser über den Kolben tritt, die Klappe K wieder

schließt,

schließt, und durch fernere Züge bis zur Ausgußröhre GH gehoben wird.

§. 73. **Anm.** 1. Da die Luft das Wasser nur 32 Fuß heben kann, wenn in der Pumpenröhre ein völlig luftleerer Raum wäre; so muß die Saugröhre noch unter 30 Fuß seyn.

§. 74. **Anm.** 2. Stehet die Pumpenröhre selbst (Fig. 37.) im Wasserbehältnisse: so tritt das Wasser unmittelbar hinein, und schließt die Klappe bey B; da dann ein undurchbohrter Kolben FG das eingetretene Wasser durch die Klappe C in die Steigröhre CDE treibt, woraus es durch E endlich ausfließt. Dies heißt ein **Druckwerk.** Wird aber hier noch eine Saugröhre bey B angesetzt: so hat man ein **vereinigtes Saug- und Druckwerk.**

§. 75. **Anm.** 3. Ist an dem Knie CD des Druckwerks (Fig. 37.) anstatt der Steigröhre ein beweglicher Aufsatz: so hat man eine **Feuerspritze.** Hiemit pflegt man auch noch den Heronsball, unter dem Nahmen des **Windkessels,** zu verbinden, um einen ununterbrochenen Wasserstrahl zu erhalten. Auch hat man ein **doppeltes Druckwerk** mit zwey Pumpenröhren, von denen sich jedesmahl diejenige füllt, in welcher der Kolben in die Höhe gehet.

Der erste Cursus der optischen Wissenschaften.

I.

Die Optik.

1. Die Ausbreitung des Lichts.

§. 1. Die 1ste Erfahr. Hält man ein Bret zwischen das Auge und einen Körper: so kann man den Körper nicht mehr sehen. Ist aber kein dergleichen Hinderniß vorhanden: so erblickt man den Körper nach allen Seiten, wofern es nur nicht an Licht fehlt.

§. 2. Zus. 1. Wir sehen einen Gegenstand durch Lichtstrahlen, die von jedem Punkte desselben als gerade Linien in das Auge kommen.

§. 3. Erkl. Licht heißt, was die Gegenstände sichtbar macht; und ein Lichtstrahl das Licht, das nach einer geraden Linie von einem sichtbaren Punkte ausgehet.

§. 4. Erkl. Selbstleuchtende Körper sind, die durch ihr eigenes Licht; dunkle aber, die durch fremdes Licht sichtbar werden. Von letztern gehet das

Licht

Licht aus, das vom ersten auf sie fällt; und beyde heißen in so fern leuchtende Gegenstände.

§. 5. Erkl. Durchsichtige Körper sind, die das Licht durchlassen; undurchsichtige, wie das Bret §. 1, die solches nicht thun.

§. 6. Zus. 2. Ein sichtbarer Punkt, d. i. jedes kleinste Theilgen eines sichtbaren Gegenstandes, schickt nach allen Seiten Licht, oder von ihm gehen lauter divergirende Lichtstrahlen nach allen Seiten aus.

§. 7. Zus. 3. Werden die Lichtstrahlen, die von einem leuchtenden Punkte A (Fig. 38.) auslaufen, von einer Kreisscheibe BD aufgefangen: so bilden sie einen kegelförmigen Raum, (Ster. §. 53.) den man einen Strahlenkegel nennt. Die Axe dieses Kegels AC, heißt der Hauptstrahl; die Seiten AB, AD, heißen die Seitenstrahlen.

Anm. Von einem solchen Strahlenkegel genügt es auch, blos die beyden Seitenstrahlen AB, AD, und den Hauptstrahl AC, so wie auch blos den Durchmesser der Grundfläche BD zu zeichnen. Ein solcher Durchschnitt ABD (Fig. 39.) wenn man ihn um seine Axe drehen läßt, bildet den Kegel.

§. 8. Zus. 4. Je weiter der leuchtende Punkt A (Fig. 39.) von dem Durchmesser der Grundfläche BD abrückt, desto kleiner ist der Winkel bey A (Plan. §. 76.) und wird ganz unbedeutend, wenn der Durchmesser gegen solchen Abstand ganz unbedeutend wird, so daß man die Winkel bey B und D von der Summe zweyer rechten Winkel nicht mehr unterscheiden kann. Alsdann sind die Seitenstrahlen unter sich und mit dem Hauptstrahle so gut, als parallel,

(Plan.

(Plan. §. 81.) und aus dem Strahlenkegel wird ein Strahlencylinder. (Ster. §. 51.) Man sagt daher: von einem sehr weit entfernten Punkte fallen die Strahlen in paralleler Lage auf.

Anm. Wäre z. E. AB 3500mahl größer als BC: so ist der Winkel bey B von einem rechten noch nicht um eine Minute unterschieden. Bey einem viel größern Abstande ist also solcher Unterschied noch viel geringer.

§. 9. Zus. 5. Verlängert man (Fig. 39.) die Strahlen AB, AD über BD hinaus: so wird die Grundfläche des Strahlenkegels EF größer. Auf diese fallen nicht mehrere Strahlen, als auf die kleinern, und sind daher weiter ausgebreitet, machen sie also nicht so hell, als die kleinere, auf welcher die Strahlen dichter beysammen sind. Die Größen der Erleuchtung verhalten sich also umgekehrt, wie diese Flächen, folglich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen. (Ster. §. 83.)

Besteht ein Gegenstand aus mehrern leuchtenden Punkten: so gilt der Satz von einem jeden dieser Punkte, und es bleibt also für die gesamte Erleuchtung noch dieselbe Verhältniß. Man sagt daher: die Größe der Erleuchtung nimmt nach den Quadraten der Entfernungen ab. Z. E. in der doppelten Entfernung müssen 4, in der dreyfachen 9 Lichter brennen, wenn die Erleuchtung gleich groß bleiben soll.

§. 10. **Anm.** Diese Schwächung des Lichts kömmt blos von seiner Ausbreitung. Es wird aber auch noch aus andern Ursachen geschwächt, z. E. durch die Luft und andre durchsichtige Körper, durch welche es gehet, weil diese nicht alles Licht durchlassen, sondern auch vieles davon zur Seite schicken; wie die Erfahrung an den glänzenden Stäubgen lehret, welche das durch

eine

eine Ritze ins Zimmer scheinende Sonnenlicht, das gerade fortgehen sollte, zum Theil aufhalten, und nach den Seiten zu bringen.

§. 11. Die 2te Erfahr. Fällt von einem stark erleuchteten Gegenstande das Licht durch eine kleine kreisförmige Oefnung in ein verfinstertes Zimmer, camera obscura, auf eine bewegliche weiße Wand: so erscheint auf solcher ein umgekehrtes Bild des Gegenstandes, welches desto kleiner, heller und deutlicher ist, je kleiner die Oefnung ist, und je näher ihr die weiße Wand gebracht wird.

§. 12. Zus. 1. Von jedem Punkte in der Oberfläche des Gegenstandes gehet ein Strahlenkegel durch die Oefnung, und bildet auf der verticalen Wand einen Kreis, der desto kleiner seyn muß, je weiter der Gegenstand, je kleiner die Oefnung, und je näher die weiße Wand ist; so, daß er endlich gleichsam in einen hellen Punkt übergehet, und als ein Bild des strahlenden Punktes angesehen werden kann, der sein Licht ins Auge schickt, als käme es von dem strahlenden Punkte unmittelbar her. Da nun jeder andre Punkt des Gegenstandes, unter obigen Bedingungen, eben so einen hellen Punkt an der weißen Wand, abgesondert von den übrigen, macht: so erhält das Auge von allen diesen Punkten an der Wand in eben der Ordnung Licht, als würde es ihm von den Punkten des Gegenstandes selbst zugeschickt, und man glaubt also, den Gegenstand an der weißen Wand zu erblicken.

Nimmt man hingegen an, daß, bey einerley Entfernung des Gegenstandes, die Oefnung groß,

Bayerische Staatsbibliothek München

oder die weiße Wand weiter ab sey: so bilden sich von jedem Punkte des Gegenstandes größere Lichtkreise, die nicht mehr so abgesondert sind, sondern zum Theil auf einander fallen. Demnach wird hier das Licht von jedem Punkte, durch seine weitere Ausbreitung, geschwächt, und das Licht von mehrern Punkten unter einander gemischt, daher auch das Bild nicht mehr hell und deutlich ist.

Oefnet man in beyden Fällen das Zimmer: so fällt Licht von mehrern Gegenständen zugleich auf die weiße Wand, und man wird gar keine Abbildung darauf mehr erblicken.

§. 13. Zus. 2. Da die Hauptstrahlen obiger Lichtkegel im Mittelpunkte der Oefnung einander durchkreuzen: so trift der Hauptstrahl eines obern und eines untern Punkts im Gegenstande die weiße Wand in einer untern und obern Stelle; daher der Gegenstand umgekehrt abgebildet wird. Aus eben dem Grunde wird auch die rechte und linke Seite verwechselt.

§. 14. **Anm.** 1. Schließt man die Oefnung des verfinsterten Zimmers mit einem erhoben geschliffenen Glase: so kann sie größer seyn, auch die weiße Wand weiter entfernt werden; und doch werden die Bilder darauf noch lebhafter, auch größer. Diese Einrichtung versteht man eigentlich unter einer camera obscura; wovon aber erst in der Dioptrik gehandelt werden kann.

§. 15. **Anm.** 2. An dem menschlichen Auge zeigt sich in der Mitte eine kreisförmige mit durchsichtigen Häuten bedeckte Oefnung, die der **Stern** heißt. Durch diese geht das Licht ins Innere des Auges, und macht auf dem hintern Boden des Auges vermuthlich auch solche Bilder, wie auf der weißen Wand im verfinsterten Zimmer; wovon das Nähere in der Dioptrik gezeigt werden wird.

2. Der Schatten.

§. 16. Die 3te Erfahr. Wenn ein dunkler undurchsichtiger Körper von einem selbstleuchtenden Licht erhält: so zeigt sich auf der abgekehrten Seite an einer verticalen oder horizontalen Fläche eine schwarze Figur, welche Ort und Größe ändert, wenn der Stand beyder Körper gegen einander geändert wird.

§. 17. Zus. 1. Da der erleuchtete Körper kein Licht durchläßt: so muß auf der abgekehrten Seite ein Raum seyn, in welchen das Licht von dem leuchtenden Körper nicht kommen kann. Dieser Raum, der eigentlich eine umgränzte Finsterniß ist, heißt der Schatten, und man sagt: daß der dunkle Körper in diesen Raum seinen Schatten werfe, und daß die Objecte in diesem Raume im Schatten liegen. Wird dieser körperliche Schattenraum von einer Fläche geschnitten: so heißt die Durchschnittsfigur der Schlagschatten oder die Projection des Schattens. Und diese Projection ist die Figur, die sich §. 16. an der verticalen oder horizontalen Fläche zeigt.

§. 18. Zus. 2. Fällt von einem selbstleuchtenden Punkte Licht auf einen dunkeln Körper: so läßt sich dessen Schatten bestimmen, wenn man durch den leuchtenden Punkt und alle Punkte in den Gränzen des Körpers gerade Linien, die diese Gränzen berühren, legt, und sie auf der vom leuchtenden Punkte abgekehrten Seite verlängert; da sie dann die Fin-

sterniß begränzen, welche von den Strahlen des leuchtenden Punktes, die der Körper nicht auffängt, umgeben werden. Die Figur des Schattens wird sich dann nach der Figur und Lage des Körpers richten.

Es sey z. E. (Fig. 39.) A ein selbstleuchtender Punkt, der Hauptstrahl AC senkrecht auf BD, und die Seitenstrahlen AB, AD, beliebig verlängert. Läßt man nun die Figur sich um AC als um ihre Axe drehen: so entsteht ein senkrechter Kegel, der durch die Kreisscheibe BD in das vordere helle, und in das hintere verfinsterte ohne Ende fortgehende Stück getheilt wird. Letzteres ist der Schatten der Kreisscheibe BD, und ein Durchschnitt dieses Schattenraums EF der Schlagschatten oder projicirte Schatten.

§. 19. **Anm.** Ganz verfinstert kann der Schattenraum deshalb nicht seyn; weil die umstehenden Körper von dem Lichte, welches auf sie fällt, etwas in diesen Schattenraum schicken; daher auch die Objecte, welche im Schatten liegen, nicht ganz unsichtbar seyn können.

§. 20. Zus. 3. Da in einem selbstleuchtenden Körper von merklicher Größe mehrere leuchtende Punkte sind, die ihr Licht auf den dunkeln Körper schicken: so läßt sich der Schatten für jeden dieser Punkte nach §. 18. bestimmen.

§. 21. Zus. 4. Wären. z. E. (Fig. 41.) drey selbstleuchtende Punkte A, B, C, für den Gegenstand DE: so sind die einzelnen Schatten DEaa, DEbb, DEcc, die den gesammten Schatten geben; wovon der mittlere Theil DEcb, den die einzelnen Schatten alle gemein haben, der volle Schatten, oder der

Kern-

Kernschatten heißt; die übrigen Theile aber bDc, cEb, die von einzelnen Punkten noch Licht erhalten, den Halbschatten ausmachen, der nach außen allmählig schwächer wird.

§. 22. Lehnsatz. Zwey Kreise sind ihrer Größe und Lage nach gegeben; man soll die Lage einer geraden Linie finden, die beyde Kreise zugleich berührt.

Auflös. Es sey (Fig. 40.) AC, BD, der Halbmesser der Kreise, und AB, der Abstand der Mittelpunkte A, B, gegeben.

1. Die Berührungspunkte sollen auf einer Seite von AB liegen.

Beschreibt man über AB einen halben Kreis AEFB, trägt darein AE = AC — BD, verlängert sie bis G, und ziehet mit ihr durch B die BH parallel: so ist GH, welche sich mit AB verlängert in K schneidet, die verlangte Tangente.

2) Von den beyden Berührungspunkten soll der eine über, der andere unter AB liegen.

In den über AB beschriebenen halben Kreis trage man AF = AC + BD, ziehe damit durch B die BM parallel: so ist NM, welche AB in O schneidet, die verlangte Tangente.

Bew. 1) Ziehet man BE: so ist AEB = R. (Plan. §. 170.) Nun ist EG mit BH gleich und parallel, also auch GH mit BE, (Plan. §. 91.) Folglich sind bey G und H rechte Winkel, (Plan. §. 86.) und daher GH eine Tangente beyder Kreise. (Plan. §. 158.)

2) Ziehet man BF: so wird eben so bewiesen, daß NM eine Tangente beyder Kreise sey.

§. 23. Zus. 1. Es giebt zwey Paar zusammengehöriger Tangenten. Denn macht man Cg = CG, Dh = DH, und ziehet g h K: so erhält man noch zwey Berührungspunkte g, h, unter AB. Macht man Cn = CN, Dm = DM, und ziehet nOm: so erhält man noch zwey Berührungspunkte n, m, auf verschiednen Seiten von AB.

Dieses hätte man auch gefunden, wenn man den halben Kreis über AB auf der entgegengesetzten Seite beschrieben hätte.

§. 24. Zus. 2. Da BE mit GK parallel: so ist AE: AB = AG : AK, (Plan. §. 210.) wodurch AK und der Winkel AKG = ABE bestimmt wird. (Plan. §. 218.)

§. 25. Zus. 3. Hieraus findet man BK = AK — AB, und GAC = R — ABE, auch DBH = R + ABE.

§. 26. Zus. 4. Da BM mit AN parallel: so ist AN : BM = AO : BO (Plan. §. 214.) folglich AN + BM : BM : AB : BO (Ar. §. 169.) wodurch BO, und der Winkel BOM bestimmt wird. (Plan. §. 218.)

§. 27. Zus. 5. Hieraus findet man DBM = NAC = R — BOM.

§. 28. Aufg. Zwey Kugeln, von denen die größere selbstleuchtend, die kleinere dunkel ist, sind ihrer Lage und Größe nach gegeben; man soll die Größen und Abwechselungen des Lichts und Schattens finden.

Aufl. Es seyen (Fig. 40.) AC, BD, die Halbmesser der Kugeln, und AB der Abstand ihrer Mittelpunkte A, B, gegeben. Man beschreibe mit den gegebenen Halbmessern Kreise um A und B, und ziehe die Tangenten wie §. 22. 23. Läßt man nun die Figur um AK, als um eine Axe, drehen: so werden von den Kreisen Kugeln, und von den Tangenten Kegel beschrieben; da dann die Fläche KHh den Kernschatten, tOt den Halbschatten beschreibt §. 21, und die Sehnen Hh, Mm, Durchmesser zweyer den Polen D, L, zugehöriger Parallelkreise sind, welche die Oberfläche der dunkeln Kugel in zwey Segmente, und eine dazwischen liegende Zone eintheilen, von denen das vordere Segment MDm in vollem Lichte, das hintere HLh in vollem Schatten, und die Zone HhMm im Halbschatten liegt. Von der leuchtenden Kugel aber wirft nur das Segment GCg sein Licht auf das Segment der dunkeln Kugel HDh.

Nun findet man 1) GCg und HDh aus GAC und DBH §. 25. 2) MDm aus DBM §. 27. 3) HhMm aus HDh und MDm. 4) BK aus §. 27. und BO aus §. 26. 5) Wird BK in einem gegebenen Punkte r senkrecht geschnitten: so erhält man die projicirten Schattenkreise, wozu die Halbmesser rs, rt, gehören, die sich aus Kr und Or bestimmen lassen.

§. 29. Zus. 1. Da allemahl $DBH > R$, und $CAG < R$, §. 25: so wird von der kleinern Kugel mehr als die Hälfte erleuchtet; von der größern aber wirft weniger als die Hälfte ihr Licht auf die kleinere.

§. 30. Zus. 2. Wäre die kleinere Kugel die leuchtende: so schickte mehr als die Hälfte der kleinern ihr Licht auf weniger als die Hälfte der größern. Der Schatten der größern gienge hinter ihr ohne Ende fort, und wird becherförmig genannt.

§. 31. Zus. 3. Wären beyde Kugeln von gleicher Größe: so wäre der Schatten cylindrisch, und die Hälfte der Kugeln leuchtend und erleuchtet.

§. 32. Erkl. Der Schatten, den ein lothrechter Stift auf eine wagrechte Ebene wirft, heißt der gerade Schatten, vmbra recta; der Schatten, den ein wagrechter Stift auf eine lothrechte Ebene wirft, heißt der verkehrte Schatten, vmbra versa.

Wir reden hier blos vom ersten.

§. 33. Zus. 1. Wird (Fig. 42.) der lothrechte Stift AC von der Sonne beschienen, deren große Entfernung verstattet, daß man die Strahlen aus jedem ihrer Punkte für parallel halten kann: so gehe ein Strahl aus ihrer Mitte s nach B, vom obern Rande v nach D, und vom untern t nach E; da dann die Winkel bey B, D, E, die Höhen der Mitte des obern und des untern Randes heißen, und AB, AD, AE, die dazu gehörigen Schattenlängen sind, wovon AD der volle, und DE der Halbschatten ist §. 21, AB aber die mittlere Länge des Schattens genannt wird.

§. 34. Anm. Ist die Sonnenhöhe über 45 Grad: so ist bey einer mäßigen Höhe des Stifts der Unterschied der Schattenlängen nicht beträchtlich, und wird es immer weniger, je höher die Sonne steigt; da man dann AB für die wahre Schattenlänge nimmt.

§. 35. Zus. 2. Im rechtwinklichten Triangel CAB läßt sich von den drey Stücken, CA, AB, CBA, jedes bestimmen, wenn die übrigen bekannt sind. Hierzu ziehe man zwey unbegränzte Linien in A senkrecht. Soll nun

1) ABC bestimmt werden: so mache man AB, AC, von der gegebenen Größe, und ziehe BC.

2) AC bestimmt werden: so mache man AB von der gegebenen Größe, und trage an B den Winkel ABC.

3) AB bestimmt werden: so mache man AC von der gegebenen Größe, und trage an C die Ergänzung des Winkels ABC zu 90 Grad.

§. 36. Zus. 3. Wäre AC eine Höhe, und FG ein Stab, den man lothrecht in die Erde steckte, daß beyder Schatten sich in einerley Punkte B endigten: so wäre BF : BA = FG : AC. (Plan. §. 211.) Auf diese Art maß Thales die Höhen der Egyptischen Pyramiden zur großen Verwunderung der Priester. Am besten geschiehet diese Messung am Mittage, da die Sonne am höchsten steht, §. 34. Da die Sonnenstrahlen parallel sind: so kann man auch den Stab außerhalb des Schattens der zu messenden Höhe einstecken, wenn man nur beyder Schatten zu gleicher Zeit genau mißt.

§. 37. **Anm.** Man mache oben in der lothrechten Mauer eines hohen Gebäudes ein Loch, und schließe es mit einer metallnen Platte, worin eine kleine kreisförmige Oefnung ist, daß CA Fig. 42. das Loth vom Mittelpunkte der Oefnung C bis zum wagrechten Boden sey. Fällt nun das Sonnenlicht durch diese

Oefnung in das große Gebäude: so macht die Sonne ihr elliptisches Bild DBE auf dem Boden, so, daß dessen Mittelpunkt B mit den Mittelpunkten der Oefnung C und der Sonne S in gerader Linie liegt. Dies ist der Grund zu einer Verrichtung, die man einen **Gnomon** nennt, wobey CA die Stelle des Stifts, und AB die Stelle des Schattens in §. 35. vertritt.

3. Der Sehewinkel.

§. 38. Die 4te Erfahr. Zwey Gegenstände, die von einander abstehen, scheinen uns oft in der Entfernung nahe an einander zu stehen. So erscheint uns der Mond in gleicher Weite mit den Sternen, ob er gleich oft Sterne deckt, die sich noch weit hinter ihm befinden können.

§. 39. Zus. 1. Aus dem bloßen Anblicke kann man die Weite eines Gegenstandes nicht beurtheilen, d. i. wir können von entlegenen Gegenständen aus ihrem bloßen Anblicke nicht bestimmen, ob sie in gleicher Weite, oder welche uns näher sind.

§. 40. Zus. 2. Einen Punkt B (Fig. 39.) erblickt das Auge A in der Linie AB, aber blos hieran unterscheidet es nicht, in welchem Punkte der Linie B sey, und es ist in Absicht auf die Empfindung einerley, ob man in solcher Linie B oder E erblickt.

§. 41. Zus. 3. Die Lage zweyer Punkte B und D (Fig. 39.) oder die Linie BD, kann man nicht anders beurtheilen, als daß man von diesen Punkten gerade Linien nach dem Mittelpunkt des Augensterns A ziehet, und ihre Lage nach dem Winkel BAD, den diese Linien in A machen, ermißt.

§. 42. Erkl. Dieser Winkel BAD §. 41. heißt allgemein der Sehewinkel, angulus opticus; insbesondere aber der scheinbare Durchmesser, oder die scheinbare Größe eines Gegenstandes, wenn BD der Durchmesser des Gegenstandes ist; die scheinbare Weite, wenn man BD für den Abstand der Punkte B und D nimmt; und die scheinbare Höhe, wenn BD eine gewisse Höhe ist.

§. 43. Erkl. Die Gesichtsaxe ist die auf dem Augenstern, in dessen Mittelpunkte senkrechte Linie. Trift diese, wie AC, den Durchmesser eines Gegenstandes CB in seiner Mitte C senkrecht: so halbirt sie den Sehewinkel BAD und bestimmt den scheinbaren Halbmesser BAC oder DAC.

§. 44. **Anm.** 1. Wir beurtheilen die Größe eines Gegenstandes vornehmlich nach der Größe des Sehewinkels; richten uns aber dabey zugleich nach der Helligkeit, und andern Umständen. Hier betrachten wir nur das erste, und nehmen die **scheinbare Größe** blos geometrisch, nach dem Sehewinkel.

§. 45. **Anm.** 2. Die **scheinbare Gestalt** der Gegenstände beruhet auf ihrer Entfernung vom Auge, und der scheinbaren Größe und Lage ihrer Gränzen, wenn wir die Einmischung des Gefühls und der Einbildungskraft von der bloßen Empfindung des Sehens absondern. Denn da wir durch die Natur gewöhnt sind, das Gefühl zu Hülfe zu nehmen, wo uns das Gesicht von der Beschaffenheit eines Gegenstandes nicht genugsam unterrichtet: so verbindet unsre Einbildungskraft mit der Vorstellung des Gesichts gemeiniglich die ehemaligen Empfindungen des Gefühls. Daher glauben wir die Entfernungen der Gegenstände zu erblicken, verbinden mit einer Vergrößerung des Sehewinkels den Begrif einer geringern Entfernung; verkörpern in unserer Einbildung die platte Gestalt, in welcher uns die Körper erscheinen u. s. w.

Das Nähere von der scheinbaren Gestalt der Gegenstände lehret die Perspectiv.

§. 46. **Anm. 3.** Die **scheinbare Bewegung** eines Körpers beruhet auf der scheinbaren Größe des Weges, den er wirklich zurücklegt, oder dem Auge zurückzulegen scheint; und ist gleichfalls nach der Veränderung des Sehewinkels zu beurtheilen.

§. 47. **Zus. 1.** Ist (Fig. 39.) CB auf CA senkrecht: so wird von den 3 Stücken AC, CB, BAC, jedes durch die beyden übrigen bestimmt, wie §. 35. Ist (Fig. 40.) O das Auge, und ON die Tangente des Kreises um A: so ergänzt AON den Winkel CAN zu einem rechten; welches bestimmt, wie viel von einer Kugel um A das Auge in O übersiehet.

§. 48. **Zus. 2.** Zwey ungleich entfernte Sachen CB, GE, (Fig. 39.) können unter einerley Sehewinkel EAG erscheinen, d. i. einerley scheinbare Größe haben, wenn ihre wahren Größen CB, GE, verschieden sind. Sind alsdenn CB, GE, senkrecht auf AG, folglich parallel: so ist GE : CB = AG : AC. (Plan. §. 211.)

§. 49. **Anm.** Bewegen sich zwey Objecte mit Geschwindigkeiten, die ihren Entfernungen vom Auge proportionirt sind: so scheinen sie gleiche Geschwindigkeit zu haben.

§. 50. **Zus. 3.** Die Sehne eines Kreises erscheint dem Auge, wenn es immer in dem Umkreise bleibt, allenthalben gleich groß (Plan. §. 166.) Hierauf gründen sich die amphitheatra der Alten.

§. 51. **Zus. 4.** Einerley Gegenstand GE (Fig. 39.) erscheint in C unter dem Winkel ECG, und in A unter dem Winkel EAG; da dann der Unterschied dieser Winkel ECG — EAG = AEC (Plan. §. 98.) d. i. in größerer Entfernung erscheint derselbe Gegenstand, oder erscheinen gleiche Gegenstände kleiner; wie auch die Erfahrung lehret.

§. 52.

§. 52. **Anm.** Von zwey Objecten, die sich mit gleicher Geschwindigkeit bewegen, scheint das weitere langsamer zu gehen. Hat sich das Auge von C nach A bewegt, ohne daß wir uns dieser Bewegung bewußt sind: so scheint der Punkt E nach G zurückgegangen zu seyn; auch scheinen die Objecte zur Seite theils sich rückwärts zu bewegen, theils sich zu beyden Seiten des Auges zu entfernen.

§. 53. **Die 5te Erfahr.** Gegenstände in einer gar zu großen Entfernung, folglich bey einem gar zu kleinen Sehewinkel, werden uns unsichtbar, oder verschwinden. Wie klein aber der Sehewinkel werden müsse, daß solches geschehe, kömmt auf die Schärfe des Gesichts an, und muß durch Versuche bestimmt werden; wenn man z. E. eine Scheibe immer weiter vom Auge abrückt, bis sie zu verschwinden anfängt; da dann diese Weite mit dem Durchmesser der Scheibe verglichen, den gesuchten Winkel giebt.

§. 54. **Anm. 1.** Auf diese Art hat man gefunden, daß die Scheibe in einer Entfernung, die zwischen 5 und 6 tausendmal größer als der Durchmesser war, welches einen Winkel von etwa $\frac{2}{3}$ Minute giebt, unkenntlich ward. Doch sind hievon hellglänzende Gegenstände, dergleichen die Fixsterne sind, ausgenommen, die unter einem Sehewinkel von einer Secunde, jedoch nur als helle Punkte, erscheinen.

§. 55. **Anm. 2.** Man muß die scheinbare Größe von der Deutlichkeit unterscheiden. Denn entlegene Gegenstände können uns doch undeutlich und unkenntlich werden, wenn gleich ihr Sehewinkel noch nicht so klein ist, daß sie zu verschwinden anfangen §. 54. Und nahe Gegenstände können einen großen Sehewinkel im Auge machen, und doch undeutlich und unkenntlich seyn.

Die schicklichen Maaße in beyden Fällen können, bey der verschiedenen Schärfe der Augen, nicht allgemein angegeben werden. Man nimmt überhaupt an, daß nahe Gegenstände 8 Zoll vom Auge abstehen müssen, wenn man sie recht deutlich sehen will. Wie weit entlegene Gegenstände seyn müssen, wenn sie uns undeut-

deutlich zu werden anfangen, läßt sich nicht einmahl so ohngefehr bestimmen, wie das vorige. Sie erscheinen uns aber in der Entfernung dunkler, weil die Erleuchtung geschwächt wird; und undeutlich, weil viele Theile kleiner erscheinen, und viele ganz verschwinden.

§. 56. **Anm. 3.** Eine bestimmtere Gränze findet für das Statt, was das Auge auf einmahl mit Deutlichkeit übersehen kann. Denn die Erfahrung lehrt, daß von einem Objecte BD (Fig. 39.) die Stelle C, wohin die Gesichtsaxe AC trift, am deutlichsten erscheine; daß die übrigen desto deutlicher sind, je näher sie der Gesichtsaxe liegen; daß auch noch alle Stellen bis zu einem Winkel von 45 Grad zu beyden Seiten der Gesichtsaxe sich deutlich darstellen; daß hingegen alles übrige, was über diese Gränze sich erstreckt, undeutlich werde; daß also die Gränze des deutlichen Sehens auf einen Winkel von 90 Grad, der durch die Gesichtsaxe halbirt wird, eingeschränkt sey.

Die Natur lehrt uns daher schon von selbst, wenn wir ein Object ganz übersehen wollen, daß wir die Gesichtsaxe gegen die Mitte desselben richten; und, wenn wir das Object theilweise betrachten, daß wir die Gesichtsaxe nach jedem Theile besonders wenden.

§. 57. **Zus. 1.** Zwey Dinge, deren Entfernung unter einem allzukleinen Winkel erscheint, scheinen beysammen zu stehen.

§. 58. **Zus. 2.** Eine Allee scheint, je länger sie ist, immer desto schmäler, und die Bäume scheinen desto niedriger zu werden, weil die Sehewinkel immer mehr abnehmen. Ist die Allee über 5000 mahl länger, als sie breit ist: so wird sie ganz zusammen zu laufen scheinen.

§. 59. **Zus. 3.** Hohe Gebäude scheinen vorwärts zu hangen, weil wir sie mit einer Linie vergleichen, die durch das Auge mit ihnen parallel gehet. Aus eben dem Grunde scheint sich auch eine Ebene zu heben. In einer Entfernung, die über 5000mahl

größer,

größer, als die Höhe des Auges über der Ebene ist, erhebt sich die Ebene bis zur Höhe des Auges, und alles weitere in der Ebene erscheint dem Auge in eben der Weite. Daher scheint der ganze Theil der Ebene, den das Auge nach allen Seiten übersehen kann, in einem Kreise, dessen Halbmesser obige Weite ist, eingeschlossen zu seyn. Dieser Kreis heißt der Gesichtskreis oder Horizont.

§. 60. Zus. 4. Macht der Raum, den ein Körper in kurzer Zeit, z. E. einer Secunde durchläuft, einen unempfindlichen Sehewinkel: so bemerkt das Auge seine Bewegung nicht, und schließt sie nur daraus, wenn es ihn nach längerer Zeit weiter fortgerückt siehet.

§. 61. **Anm.** Die im Obigen gegebenen Regeln lehren, aus der Beschaffenheit der Dinge die Art, wie sie uns erscheinen müssen, herzuleiten; folglich auch umgekehrt, aus der Art, wie sie uns erscheinen, auf ihre wahre Beschaffenheit zu schließen. Es ist daher ein ganz unschicklicher Ausdruck, wenn man dergleichen Erscheinungen, wie §. 52. und andere angeben, einen **Betrug des Gesichts**, einen **optischen Betrug**, fallaciam opticam, nennt. Denn erschienen uns die Dinge nicht so, wie sie erscheinen: so würde uns dies auf ganz irrige Begriffe von ihrer wahren Beschaffenheit führen; und dann könnte man erst mit Recht unser Gesicht eines Betrugs beschuldigen. Will man ja diesen Ausdruck gebrauchen: so verstehe man dadurch das falsche Urtheil, daß wir über die Beschaffenheit und den Zustand des gesehenen Gegenstandes fällen.

II.

Die Perſpectiv.

Die erſten Gründe der perſpectiviſchen Zeichnungen.

§. 1. Erkl. Zwiſchen einem Gegenſtande AB (Fig. 43.) und dem Auge O, werde eine durchſichtige Ebene CDEF, die Tafel, geſetzt, welche von den Lichtſtrahlen AO, BO, in a, b, geſchnitten wird: ſo heißen dieſe Punkte a, b, auf der Tafel, die perſpectiviſchen Abbildungen, oder die Projectionen der Punkte A, B, des Gegenſtandes.

§. 2. Oder: Wäre ab ein Gegenſtand zwiſchen dem Auge und einer Tafel, welche von den verlängerten Lichtſtrahlen Oa, Ob, in A, B getroffen wird: ſo wären dieſe Punkte A, B, die Projectionen der Punkte a, b, des Gegenſtandes. In dieſem Falle braucht die Tafel nicht durchſichtig zu ſeyn.

§. 3. Denkt man ſich das Auge in einer gar groſſen Entfernung: ſo werden die Lichtſtrahlen AO, BO wie parallel (Opt. §. 8.) die man daher ſenkrecht auf die Tafel annehmen kann; und die Projection heißt alsdann orthographiſch.

§. 4. Anm. Hier nehmen wir den Begriff der Projection blos nach §. 1.

§. 5. Zuſ. 1. Kömmt ein Lichtſtrahl AaO ins Auge: ſo unterſcheiden wir nicht, ob derſelbe von A oder a herkömmt, und aO, AO erregen in uns einers

einerley Empfindungen. (Opt. §. 40.) Daher können a und A Bilder von einander seyn.

§. 6. Zus. 2. Die Projection einer geraden Linie AB ist eine gerade Linie ab.

Denn in der durch AB und O gelegten Ebene OAB liegen alle Lichtstrahlen, die von jedem Punkte der Linie AB ins Auge O gehen. (Ster. §. 10.) Diese können also die Tafel DF nirgends schneiden, als wo die Tafel von dieser Ebene geschnitten wird, d. i. in der geraden Linie ab (Ster. §. 12.)

§. 7. Zus. 3. Wäre AB eine krumme Linie in dieser Ebene OAB: so ist ihre Projection auch die gerade Linie ab; (wie dann auch ab die Projection der ganzen Ebene aABb ist.)

§. 8. Zus. 4. Soll eine geradlinichte Figur perspectivisch abgebildet werden: so darf man nur die Projectionen ihrer Winkelpunkte haben, und diese mit geraden Linien zusammenziehen.

In einer krummlinichten Figur nimmt man so viel Punkte, als man will, je mehr, desto besser, und sucht ihre Projectionen, durch die man eine krumme Linie aus freyer Hand ziehet.

§. 9. Zus. 5. Da wir von einem Körper blos die Oberflächen, die unserm Gesichte zugekehrt sind, erblicken: so darf man nur die Hauptpunkte in denselben projiciren, um die Projection des Körpers zu erhalten.

§. 10. **Anm. 1.** Durch eine **perspectivische Abbildung** versteht man die Verzeichnung eines Gegenstandes, wie derselbe dem

Auge in einer bestimmten Lage erscheint; welche in einem solchen Auge eben die Wirkung, als der Gegenstand selbst, hervorbringen muß.

Hiedurch unterscheidet sich der **perspectivische** Riß vom **geometrischen.** Dieser stellt den Gegenstand vor, wie er ist; jener, wie er dem Auge in der angenommenen Lage erscheint.

§. 11. **Anm.** 2. Die **Perspectiv** giebt nicht nur Regeln, wonach perspectivische Abbildungen zu verfertigen sind, sondern lehrt zugleich, eine bereits verfertigte perspectivische Abbildung zu beurtheilen; desgleichen die Art, wie uns die Gestalt der Gegenstände erscheint, (Opt. §. 45.) und die Kunst, aus solchen Erscheinungen auf die Gegenstände selbst einen Schluß zu machen. (Opt. §. 61.).

§. 12. **Anm.** 3. Da eine Figur oder Gestalt dem Auge in verschiednen Lagen auch verschieden erscheinen kann: so muß bey jeder perspectivischen Zeichnung die Lage des Auges und des abzubildenden Gegenstandes vor allen Dingen gegeben, oder angenommen werden.

§. 13. Erkl. Auf einer horizontalen Ebene, der Grundfläche, oder dem Grunde, dergleichen die Ebene des Papiers (Fig. 43.) seyn mag, stehe die Tafel CDEF §. 1. senkrecht, über der Linie CD, der Grundlinie: so ist

1) die Höhe des Auges der Perpendikel OS vom Auge auf die Grundfläche; und S, wo er sie trift, der Fußpunkt.

2) Der Abstand des Auges, der Perpendikel OR vom Auge auf die Tafel; und R, wo er sie trift, der Augenpunkt; und eine Linie durch R mit CD parallel der Horizont des Auges.

3) Die Verticalfläche des Auges, die Ebene durch ROS, die folglich auf der Grundfläche und auf der Tafel zugleich senkrecht ist. (Ster. §. 30.)

4) Die

4) Die Verticallinie des Auges RT, die auf der Grundfläche so wohl, als auf der Grundlinie CD senkrecht ist; (Ster. §. 30.) daher RT=OS, und ST=OR (Plan. §. 94.)

§. 14. Erkl. Hinter der Tafel DF (Fig. 43.) sey B ein Punkt in der Grundfläche, und BA auf sie senkrecht: so ist

1) der Abstand des Punktes B von der Tafel die Linie BG, die auf der Grundlinie, folglich auch auf der Tafel senkrecht ist.

2) Der Abstand des Punktes B von der Verticalfläche des Auges die Linie TG von T bis G.

3) Die Höhe des Punktes A, die auf der Grundfläche senkrechte Linie AB.

4) Die perspectivische zu AB gehörige Höhe die Projection ab der Höhe AB.

§. 15. Lehrs. Ist hinter der Tafel DF (Fig. 43.) B ein Punkt in der Grundfläche: so verhält sich die Höhe seiner Projection zur Höhe des Auges, wie sein Abstandes von der Tafel zur Summe dieses Abstand und des Abstandes des Auges, d. i. Hb:OS=BG:BG+ST.

Bew. Da die Ebene OSB auf der Grundfläche, welche sie in SB schneidet, senkrecht ist, folglich auch ihr Durchschnitt Hb mit der Tafel, der also die Höhe der Projection b giebt: so ist OS so wohl, als Hb auf SB senkrecht, folglich beyde parallel, folglich Hb:OS=BH:BS. Wäre nun BH senkrecht auf CD: so wäre BH der Abstand des Punk-

tes M, SH der Abstand des Auges, und BS die Summe von beyden, folglich der Satz erwiesen. Da aber BGST, senkrecht; also bey G und T rechte, bey H Scheitel-Winkel: so ist BG:ST=BH:SH (Plan. §. 210.) und daher auch BG:BG+ST=BH:BS (Ar. §. 169.) folglich ist Hb:OS=BG:BG+ST (Ar. §. 150.)

§. 16. Aufg. Durch Linien, die nur auf dem Papiere, als Tafel angenommen, gezogen sind, des Punktes B (in Fig. 43.) Projection zu finden.

Auflös. Man ziehe (Fig. 44.) eine gerade Linie CD als Grundlinie, und setze darüber R als den Augenpunkt in einer Höhe RT, die nach einem verjüngten Maasstabe die gegebene Höhe des Auges sey. Durch R ziehe man mit CD die RQ parallel, den Horizont des Auges, und nehme nach vorigem Maasstabe RO, TG, den Abstand des Auges und des Punktes B von der Tafel. Endlich ziehe man RG, OT: so ist b, wo sie sich schneiden, die Projection von B.

Bew. Da RQ, CD, parallel, folglich die Wechselswinkel gleich sind: so sind die Triangel RbO, GbT, ähnlich. Ist nun bN senkrecht auf CD, folglich verlängert auch auf RQ: so sind bM, bN, die Höhen dieser Triangel. Folglich ist bN:bM=TG:RO (Plan. §. 214.) folglich auch bN:NM=TG:TG+RO (Ar. §. 169.) folglich b die Projection von B. §. 15.

§. 17. Zus. Ist eine Figur in der Grundfläche perspectivisch abzubilden: so projicire man ihre Win-

kelpunkte nach §. 16. und verbinde sie mit Linien.

§. 10.

§. 18. **Anm.** Die speciellen Anwendungen hievon lernt man aus mündlichem Unterrichte, oder aus besonders hiezu geschriebenen Büchern. Hier war es genug, die Gründe des Verfahrens zu entwickeln.

§. 19. **Lehrs.** Die perspectivische Höhe b a, (Fig. 43.) verhält sich zur objectiven Höhe B A, wie der Abstand des Auges S T, zur Summe dieses Abstandes und des Abstandes des Objects BG von der Tafel, d. i. b a : BA = ST : ST + BG.

Bew. Da b H mit O S parallel: (§. 15. Bew.) so ist B S : H S : = B O : bo; und da a b mit A B parallel: so ist B O : b o = B A : b a. Folglich ist b a : B A = H S : B S. Wäre nun B S auf C D senkrecht, folglich der Abstand des Auges und Objects von der Tafel: so wäre der Satz erwiesen. Da aber S T, B G, solcher Abstand: so hat man S T : B G = H S : B H, und daher S T : S T + B G = H S : B S. Folglich ist b a : B A = S T : S T + B G.

§. 20. **Aufg.** Auf der Tafel (Fig. 45.) ist der Punkt b gegeben; man soll die der objectiven Höhe BA (in Fig. 43.) zugehörige perspectivische b a verzeichnen.

Auflös. Auf der Grundlinie C D (Fig. 45.) errichte man C F senkrecht für die objective Höhe B A. Von C und F ziehe man nach einem beliebigen Punkte V die Linien C V, F V. Nun ziehe man b G mit C D; b a und G H mit C F; und H a mit b G parallel: so ist b a die gesuchte perspectivische Höhe.

Bew. Man ziehe VE mit CD parallel, mache EM der Summe des Abstandes des Auges MN und des Objects NE von der Tafel gleich, und ziehe FM, CM, desgleichen RS mit CF parallel: so ist ME:MN =MC:MR=VC:VG=CF:GH, folglich GH die gesuchte perspectivische Höhe §. 19., welcher ba gleich ist.

§. 21. Zus. Soll ein Körper perspectivisch abgebildet werden: so fälle man von jeder obern Ecke Perpendikel auf die Grundfläche, projicire alle Punkte in der Grundfläche §. 16. 17., und errichte die perspectivischen Höhen §. 20. Verbindet man nun die zusammengehörigen Punkte in der Zeichnung: so hat man die perspectivische Abbildung des gegebenen Körpers.

§. 22. Anm. Von den speciellen Anwendungen gilt §. 18.

§. 23. Aufg. Den Schatten einer Linie FG, (Fig. 42.) die von einem leuchtenden Punkte C beschienen wird, zu finden.

Auflös. Man fälle von C einen Perpendikel CA auf den Boden, ziehe CG, AF, und verlängre sie, bis sie einander in B schneiden: so ist FB der gesuchte Schatten (Opt. §. 32.)

§. 24. Zus. Hieraus erhellet zugleich das Verfahren, wenn mehrere leuchtende Punkte sind, und wenn ein Körper von einem oder mehrern Punkten beschienen wird. (Opt. §. 18.)

§. 25. Anm. Von den speciellen Anwendungen gilt §. 18.

III.

Die Catoptrik.

1. Allgemeine Gesetze des reflectirten Lichts.

§. 1. Die 1ste Erfahr. **Wenn unser Gesicht gegen einen gemeinen Spiegel gerichtet ist: so erblicken wir uns selbst, und die Gegenstände, die hinter uns sind, als wenn sie vor uns wären; und sagen: Der Spiegel mache Bilder der Gegenstände, oder man sehe die Gegenstände im Spiegel abgebildet.**

§. 2. Zus. 1. **Die Lichtstrahlen, die von mir, und den Gegenständen hinter mir, auf den Spiegel fallen, müssen vom Spiegel ins Auge geschickt werden, in eben der Ordnung, wie sie von den Gegenständen selbst ins Auge gekommen wären, und zwar so, daß ein Punkt im Spiegel nur von einem Punkte des Gegenstandes Licht zuschickt, wie die weisse Wand im finstern Zimmer. (Opt. §. 12.)**

§. 3. **Anm.** Hievon überzeugt man sich noch mehr, wenn man einem Spiegel den Rücken zukehrt, und einem zweyten Spiegel etwas zur Seite vor sich hält, in welchen man sich zugleich von vorne und hinten erblickt; indem das Bild unsers Rückens im ersten Spiegel, eben so, wie der Gegenstand selbst, ein Bild im zweyten Spiegel macht.

§. 4. Zus. 2. **Der Spiegel muß deshalb undurchsichtig seyn, theils, weil sonst die Strahlen durchgehen würden, ohne in unser Auge zu kommen; theils,**

weil sonst auch andere Gegenstände hinter dem Spiegel ihr Licht ins Auge schicken würden, welches sich mit jenem, wenn es auch zurückgienge, vermischte, und die Empfindung undeutlich machte. (Opt. §. 12.)

§. 5. **Anm.** Man überzeugt sich hievon leicht bey einer Fensterscheibe, die, wenn man sie hinten mit einem Buche oder dergleichen bedeckt, sogleich zum Spiegel wird.

§. 6. **Zus. 3.** Außer der Undurchsichtigkeit muß der Spiegel auch eine glatte und polirte Oberfläche haben. Denn ein Stück Metall ist zwar undurchsichtig; wird aber erst zum Spiegel, wenn man seine Oberfläche glättet und polirt, daß man an ihr keine Rauhigkeiten und Ungleichheiten wahrnehmen kann, welche sonst das darauf fallende Licht nach verschiedenen Seiten, und nicht so regelmäßig §. 2. ins Auge schicken werden (vergl. §. 13.).

§. 7. **Zus. 4.** Die Materie des Spiegels muß eine Festigkeit und zusammenhangende Theile haben, um die gehörige Politur anzunehmen; wenn sie nicht, wie stillstehendes klares Wasser, diese glatte Fläche schon von selbst hat, und also ein natürlicher Spiegel ist.

§. 8. **Anm.** Glas, Metalle, hartes Holz, dichte Steine, und dergleichen, schicken sich mehr oder weniger zu Spiegeln, und nähern sich durch Politur mehr oder weniger den vollkommenen Spiegelflächen, wie sie die Theorie annimmt.

§. 9. **Erkl.** Ein Spiegel, speculum, ist demnach eine undurchsichtige glatte und polirte Fläche, welche die Lichtstrahlen, die von den Gegenständen darauf fallen, in der §. 2. bestimmten Regelmäßigkeit zurückschicken. Und dieses regelmäßige Zurück-

schicken des Lichts von Spiegeln, heißt die Zurückwerfung, reflexio, des Lichts.

§. 10. Erkl. Ist die Oberfläche des Spiegels eben, wie bey unsern gemeinen Spiegeln: so heißt er ein ebener Spiegel, spec. planum; ist sie aber kugelförmig: so giebt sie einen Kugelspiegel, sphaericum, der entweder ein Hohlspiegel, concavum, oder ein erhobener, convexum, heißt, je nachdem entweder die hohle, oder die erhobene Seite der Kugelfläche zum Spiegel dient.

§. 11. Erkl. Der Mittelpunkt und Halbmesser der Kugel, wovon der Kugelspiegel ein Segment ist, heißt auch der Mittelpunkt und Halbmesser des Spiegels. Eine gerade Linie von seinem Mittelpunkte auf die Grundfläche des Segments trift ihre Mitte, und, verlängert, die Mitte oder den Scheitel des Spiegels, und heißt seine Axe.

§. 12. Anm. Es giebt auch **parabolische, cylindrische, conische** Spiegel. Wir schränken uns aber hier bloß auf die §. 10. angezeigten ein. Vorher aber noch das Allgemeine der Spiegel.

§. 13. Die 2te Erfahr. Auf einen ebenen Spiegel AM (Fig. 46.) sey die Ebene AN senkrecht, in welcher über der Durchschnittslinie AB ein halber Kreis beschrieben, und gehörig eingetheilt sey, daß die Grade zu beyden Seiten des senkrechten Halbmessers CD nach A und B zugezählet werden. Nun lasse man in ein verfinstertes Zimmer durch eine kleine Oefnung einen Sonnenstrahl SC einfallen: so wird derselbe vom Spiegel nach CE reflectiret werden, daß jedesmahl DCE = DCS ist.

§. 14. Zus. 1. Da die Ebene AN auf der Spiegelfläche AM senkrecht ist: so ist auch die Linie CD auf AM und AB, im Einfallspunkte C senkrecht, und heißt das Einfallsloth, cathetus incidentiae; daß also der einfallende Strahl SC und der zurückgeworfene CE gegen das Einfallsloth CD einerley Neigung haben (d. i. daß DCS, der Einfallswinkel, angulus incidentiae, und DCE der Zurückwerfungswinkel, angulus reflexionis, gleich sind) und beyde Strahlen SC, CE, in der durch DC gehenden Ebene AN liegen, welche die Zurückwerfungsebene, planum reflexionis, heißt.

§. 15. Zus. 2. Da DC auf AB senkrecht ist: so sind auch die Winkel SCB, ECA gleich, d. i. beyde Strahlen SC, CE, haben auch einerley Neigung gegen die Spiegelfläche; wie auch die Erfahrung §. 13. unmittelbar lehret.

§. 16. Zus. 3. Ein senkrecht einfallender Strahl gehet in sich selbst zurück; wie auch die Erfahrung §. 13. zeigt.

§. 17. Zus. 4. Ist der einfallende Strahl SC gegeben: so findet man den reflectirten CE, wenn man in C das Einfallsloth CD errichtet, und DCE =DCS macht

§. 18. Anm. Anstatt des Spiegels AM hat man nur die Linie AB nöthig, auf die man CD senkrecht ziehet; weil die Reflexion blos in der Ebene AN vorgehet, d. i. man kann den Spiegel blos durch die gerade Linie AB vorstellen.

§. 19. Zus. 5. Ein Lichtstrahl, der auf einen sphärischen Spiegel fällt, wird von ihm eben so zurück-

rückgeworfen, als von einem ebenen Spiegel, welcher den sphärischen im Einfallspunkte berührt.

Denn die Zurückwerfung geschiehet, was auch der Spiegel für eine Gestalt habe, blos in solchem Punkte, welchen der ebene Spiegel mit dem sphärischen gemein hat. (Ster. §. 89.)

§. 20. Zus. 6. Die Ebene der Zurückwerfung ist auf den ebenen so wohl als sphärischen Spiegel senkrecht. Es sey (Fig. 47.) ihr Durchschnitt mit dem ebenen Spiegel EAF, mit dem sphärischen BAD: so gehet das Einfallsloth GA durch der Kugel und des Spiegels Mittelpunkt (Ster. §. 89.) folglich auch die Ebene der Zurückwerfung. Folglich ist BAD ein größter Kreis, dessen Mittelpunkt C, und sein Halbmesser CA das Einfallsloth, welches verlängert mit dem einfallenden SA, und zurückgeworfenen Strahl AH, gleiche Winkel macht.

§. 21. Zus. 7. Ein sphärischer Spiegel kann nach Art der ebenen §. 18. blos durch den Kreisbogen BAD, der mit der Kugel und dem Spiegel einerley Mittelpunkt C und Halbmesser CA hat, vorgestellt werden. Auch ist jederzeit für den einfallenden Punkt A, CA das Einfallsloth, ohne daß man erst nöthig hätte, die Tangente EAF zu ziehen.

§. 22. Zus. 8. Ist der einfallenden Strahl SA gegeben, und man ziehet CAG durch C und A, macht GAH=GAS: so ist AH der zurückgeworfene Strahl.

§. 23.

§. 23. Zus. 9. Geschiehet die Zurückwerfung von der hohlen Seite: so gelten alle obige Schlüsse, da dann, wenn SA der einfallende Strahl, CAh= CAs, folglich Ah der zurückgeworfene Strahl ist.

2. Die ebenen Spiegel.

§. 24. Lehrs. Fällt auf einen ebenen Spiegel MN (Fig. 48) von einem leuchtenden Punkte A ein Lichtstrahl AD: so wird er nach einer Richtung DE zurückgeworfen, welche den Perpendikel AB (das Neigungsloth) verlängert so weit hinter dem Spiegel schneidet, als der leuchtende Punkt vor dem Spiegel liegt.

Bew. Da ADB=EDN §. 15.=BDC, bey B rechte Winkel, und BD gemein: so ist AB=BC (Plan. §. 47.).

§. 25. Zus. 1. Für jeden Strahl AD, den ein leuchtender Punkt A auf den Spiegel MN wirft, ziehe man ABC senkrecht, mache BC=AB, und ziehe CDE: so ist DE der zurückgeworfene Strahl.

§. 26. Zus. 2. Von allen Strahlen AD, AF, AH, die von einem leuchtenden Punkte A auf den Spiegel MN fallen, müssen die zurückgeworfenen ED, GF, KH, rückwärts verlängert, in obgedachtem Punkte C zusammenlaufen.

§. 27. Zus. 3. Verwechselt man die beyden Arten der Strahlen: so siehet man leicht ein, daß von Strahlen, welche convergent so auf den Spiegel fielen, daß sie in einem Punkte C hinter dem

Spie-

Spiegel zusammenlaufen würden, die zurückgeworfenen in einem Punkte A so weit vor dem Spiegel zusammenlaufen müßten, als C hinter dem Spiegel ist. Demnach ist A ein Vereinigungspunkt, C ein Zerstreuungspunkt reflectirter Strahlen; doch kann letzterer auch ein Vereinigungspunkt heißen, wenn man zum Unterschied diesen geometrisch, jenen physisch nennt.

§. 28. Zus. 4. Das zurückgeworfene Licht in §. 26. erregt in einem dem Spiegel zugekehrten Auge eben die Empfindung vom Punkte C, als das Licht, welches unmittelbar vom Punkte A ins Auge fiele. Daher heißt C ein Bild von A. Dieses Bild aber ist blos geometrisch, von dem die Strahlen herzukommen scheinen; nicht physisch, von dem die Strahlen wirklich herkämen, §. 27.

§. 29. Zus. 5. Ein Object vor dem Spiegel macht darin ein ihm vollkommen gleiches und ähnliches Bild, das auch mit ihm einerley Lage gegen den Spiegel hat. Denn jeder Punkt des Objects macht im Spiegel sein Bild, welches mit ihm vollkommen einerley Lage gegen den Spiegel hat; und aus den Bildern dieser Punkte besteht, wie aus den Punkten selbst das Object, sein Bild im Spiegel.

§. 30. Zus. 6. Macht eine Linie mit dem Spiegel einen Winkel von 45 Grad: so macht ihr Bild mit ihr einen rechten Winkel.

§. 31. Anm. Auf obigen Lehren beruhen mancherley angenehme und nützliche Erscheinungen, die ein einziger, oder mehrere zusammengestellte ebene Spiegel darstellen, und leicht aus Obigem begreiflich werden.

3. Die Kugelspiegel.

§. 32. Erkl. Unter den Strahlen, die ein leuchtender Punkt E oder V (Fig. 51.) auf einen Kugelspiegel AB wirft, heißt derjenige der Hauptstrahl der durch den Mittelpunkt des Spiegels C gehet, wie ECA, VCB.

§. 33. Zus. Ein solcher Hauptstrahl fällt senkrecht auf den Spiegel, und gehet also in sich selbst zurück, §. 16.

§. 34. Aufg. Auf einen hohlen Kugelspiegel AM (Fig. 49.) dessen Mittelpunkt C, fallen von einem weit entlegenen Punkte E parallele Strahlen ohnweit A ein; man soll den Ort finden, wo die zurückgeworfenen Strahlen den Hauptstrahl ECA schneiden.

Auflös. In CA nehme man einen Punkt F so, daß CF=FA: so ist F der gesuchte Ort.

Bew. 1) Es sey EM einer der parallel einfallenden Strahlen, und man ziehe CM, MF. Je kleiner AM, desto weniger ist FM von FA unterschieden. Da man nun hier AM sehr klein annimmt: so kann man in physischen Dingen FM=FA=FC setzen. Folglich ist FMC =FCM (Plan. §. 49.) Aber FCM=CME (Plan. §. 86.) Folglich ist FMC=CME, folglich MF der zurückgeworfene Strahl §. 23.

2) Was von EM erwiesen worden ist, gilt eben so auch von allen übrigen, ohnweit A mit EA parallel einfallenden Strahlen, die also nach der Zurückwerfung den Hauptstrahl in eben dem Punkte F.

schnei-

schneiden, folglich sich alle in diesem Punkte vereinigen.

§. 35. Zus. 1. Dieser Punkt F ist also der physische Vereinigungspunkt der zurückgeworfenen Strahlen, folglich das physische Bild des sehr weit entlegenen Punktes E §. 28. und heißt, wenn EA die Axe des Spiegels §. 11. ist, der Brennpunkt, focus, des Spiegels, dessen Weite vom Spiegel, oder die Brennweite $AF = \frac{1}{2} CA$.

§. 36. Zus. 2. Ist F ein leuchtender Punkt, dessen Abstand vom Spiegel der Brennweite gleich ist: so wird der einfallende Strahl FM nach ME zurückgeworfen. Und überhaupt, alle Strahlen, die von F ohnweit A auf den Spiegel fallen, werden mit AC parallel zurückgeworfen, und machen also kein Bild von F.

§. 37. Zus. 3. Verlängert man die Linien nach e, c, f: so sind die Scheitelwinkel bey M gleich. Fällt daher ein Strahl eM mit eC parallel auf den erhobenen Kugelspiegel AM ohnweit A ein: so ist der zurückgeworfene Strahl Mf, welcher rückwärts verlängert den Hauptstrahl in eben dem Punkte F schneidet. Eben dies gilt von allen übrigen Strahlen, die von einem weit entlegenen Punkte e auf den Spiegel parallel mit eC ohnweit A einfallen.

§. 38. Zus. 4. Dieser Punkt F ist also hier der Zerstreuungspunkt, oder geometrische Vereinigungspunkt der zurückgeworfenen Strahlen, folglich das geometrische Bild von e §. 28., und heißt, wenn

eC

eC die Axe des Spiegels §. 11. ist, der Brennpunkt, focus, des erhobenen Spiegels; nur daß dieser Brennpunkt hier blos geometrisch; bey hohlen Kugelspiegeln aber physisch ist. Die Brennweite aber ist auch hier $AF = \frac{1}{2} AC$.

§. 39. Zus. 5. Man nennt daher die hohlen Sammlungsspiegel, deren Brennpunkt physisch und vor dem Spiegel ist; die erhobenen aber Zerstreuungsspiegel, deren Brennpunkt geometrisch und hinter dem Spiegel ist. Uebrigens benennt man beyde Arten nach ihrer Brennweite.

§. 40. Aufg. Auf einen hohlen Kugelspiegel AM (Fig. 50.) dessen Mittelpunkt C, fallen von einem Punkte E, dessen Weite $EA > AC$, divergente Strahlen ohnweit A ein; man soll den Ort finden, wo die zurückgeworfenen Strahlen den Hauptstrahl ECA schneiden.

Auflös. In CA nehme man einen Punkt G so, daß $AG : GC = AE : EC$ (Plan. §. 216.) so ist G der gesuchte Ort.

Bew. 1) Es sey EM einer der einfallenden Strahlen, und man ziehe CM, MG. Je kleiner AM, desto weniger ist GM von GA, und EM von EA unterschieden. Da man nun hier AM sehr klein annimmt: so kann man in physischen Dingen $GM = GA$, und $EM = EA$ setzen. Hiedurch wird obige Proportion $GM : GC = EM : EC$. Folglich $GMC = CME$ (Plan. §. 213.) folglich MG der zurückgeworfene Strahl §. 23.

2) Was

2) Was von EM erwiesen worden, gilt eben so von den übrigen Strahlen, die von E auf einen kleinen Raum des Spiegels fallen, und also nach der Zurückwerfung den Hauptstrahl in eben dem Punkte G schneiden, folglich sich alle in diesem Punkte vereinigen.

§. 41. Zus. 1. dieser Punkt G ist also der physische Vereinigungspunkt der zurückgeworfenen Strahlen, folglich das physische Bild des leuchtenden Punktes E, so daß AG die Weite dieses Bildes von dem Spiegel ist.

§. 42. Zus. 2. Nach der §. 40. angenommenen Proportion ist CE : CG = EA : AG, folglich CE + EA : CG + GA = EA : AG (Ar. §. 169.) Nun ist CE = EA — AC, und daher CE + EA = 2EA — AC. Folglich ist $2EA - AC : CA = EA : AG$, folglich $AG = \frac{EA.\ CA}{2EA - AC}$ wo AG die Weite des Bildes, EA die Weite des leuchtenden Punktes, und CA der Halbmesser des Spiegels ist.

§. 43. Zus. 3. Aus der Proportion §. 42. $2EA - AC : CA = EA : AG$, folgt $EA - \frac{1}{2}AC : \frac{1}{2}AC = EA : AG$, folglich auch $AG = \frac{EA.\ \frac{1}{2}AC}{EA - \frac{1}{2}AC}$, wo $\frac{1}{2}AC$ die Brennweite des Spiegels ist. §. 35.

§. 44. Zus. 4. Ist EA = AC, folglich in §. 43. der Nenner $\frac{1}{2}AC$: so ist AG = EA, das heißt, das Bild fällt mit dem leuchtenden Punkte in C zusammen. Ist folglich EA < AC: so fällt das Bild

über C hinaus; wie man auch siehet, wenn G ein leuchtender Punkt ist, dessen Bild E wird.

§. 45. Aufg. Die Bilder, die ein hohler Kugelspiegel AB (Fig. 51.) dessen Mittelpunkt C ist, macht, zu bestimmen.

Auflös. Ein Bogen EV aus C gezogen, stelle das Object vor. Für den leuchtenden Punkt E sey das Bild G nach Obigem gefunden §. 43. Man ziehe VCB, und aus C mit CG den Bogen GH. Dieser ist das Bild von EV, welches daher umgekehrt und vor dem Spiegel ist.

Bew. Da E und V gleiche Weite von demselben Spiegel haben: so haben auch ihre Bilder G und H gleiche Weite AG und BH §. 43. Da nun aus eben dem Grunde die übrigen Punkte in EV ihre Bilder in GH haben: so ist GH das Bild des ganzen Gegenstandes EV.

§. 46. Zus. 1. Sind die Winkel bey C sehr klein: so sind die in E und G auf der Axe EA senkrechten geraden Linien von den Bogen EV, GH fast nicht zu unterscheiden, und können in physischen Dingen statt ihrer gesetzt werden. Läßt man die Figur sich um EA als um eine Axe drehen: so ist die Fläche, welche der Halbmesser GH beschreibt, das Bild der Fläche, welche der Halbmesser EV beschreibt.

§. 47. Zus. 2. Da bey E und G rechte, und bey C Scheitel-Winkel sind: so ist EV : GH = EC : CG. Nun war EC : CG = EA : AG §. 40. Folglich ist EV : GH = EA : AG, d. i. die Halbmesser des

Gegen-

Gegenstandes und Bildes verhalten sich wie ihre Weiten vom Spiegel.

§. 48. Zus. 3. Ist das Object so weit entlegen, daß die Strahlen von jedem Punkte parallel ausgehen, wenn z. E. E der Mittelpunkt der Sonne und EV ihr Halbmesser ist: so ist $AG = \frac{1}{2} AC$ §. 35. und die Figur, welche GH beschreibt, das Bild der Sonne, welches ihre Strahlen in einen so engen Raum zusammenbringt, daß dadurch brennbare Sachen angezündet werden. Daher heißt dies der **Brennraum**, und sein Mittelpunkt der **Brennpunkt**.

§. 49. Zus. 4. Je näher das Object dem Spiegel rückt, desto weiter rückt das Bild vom Spiegel ab, bis im Mittelpunkte C Object und Bild zusammen fallen, §. 44. Ist das Object zwischen dem Mittelpunkte und Brennpunkte: so fällt das Bild über C hinaus, und ist aufrecht, §. 44. Ein Object zwischen dem Brennpunkte und Spiegel macht ein geometrisches Bild, wie aus dem folgenden erhellen wird (vergl. §. 54.)

§. 50. **Aufg.** Auf einen erhobenen Kugelspiegel AM (Fig. 52.) fallen von einem Punkte E divergente Strahlen ohnweit A ein; man soll den Ort finden, wo die zurückgeworfenen Strahlen den Hauptstrahl ECA schneiden.

Auflös. In CA nehme man einen Punkt G so, daß CG : GA = CE : EA (Plan. §. 213.) so ist G der gesuchte Ort.

Bew. 1) Es sey EMB einer der einfallenden Strahlen, und man ziehe CMD, GMH. Da AM hier sehr klein ist, daß man GA = GM, und EA = EM setzen kann, so heißt obige Proportion CG : GM = CE : EM. Nun sey GK mit EB parallel, und daher CG : GK = CE : EM (Plan. §. 210.) Folglich ist CG : GM = CG : GK, folglich GM = GK (Plan. §. 204.) folglich GMK = GKM (Plan. §. 49.) Nun ist GKM = BMK (Plan. §. 86.) Folglich ist GMK = BMK, folglich auch DMH = DME, folglich HM der reflectirte Strahl §. 22. welcher rückwärts verlängert den Hauptstrahl in G schneidet.

2) Was von EM erwiesen worden, gilt eben so von den übrigen Strahlen, die von E auf einen kleinen Raum des Spiegels fallen, und also nach der Zurückwerfung den Hauptstrahl in eben dem Punkte G schneiden, folglich sich alle in diesem Punkte vereinigen.

§. 51. Zus. 1. Dieser Punkt G ist also der Zerstreuungspunkt, oder geometrische Vereinigungspunkt der zurückgeworfenen Strahlen, folglich das geometrische Bild des leuchtenden Punktes E, so daß AG die Weite dieses Bildes hinter dem Spiegel ist.

§. 52. Zus. 2. Nach der §. 50. angenommenen Proportion ist CE : CG = EA : AG, folglich CE + EA : CG + AG = EA : AG (Ar. §. 169.) Nun ist CE = EA + CA, und daher CE + EA = 2EA + CA. Folglich ist $2EA + CA : AC = EA : AG$, folglich $AG = \frac{EA \cdot AC}{2EA + AC}$ wo AG die Weite des Bildes, EA die Weite des leuch-

leuchtenden Punktes, und AC der Halbmesser des Spiegels ist.

§. 53. Zus. 3. Aus der Proportion §. 52. folgt $EA + \frac{1}{2}AC : \frac{1}{2}AC = EA : AG$ folglich auch $AG = \frac{EA \cdot \frac{1}{2}AC}{EA + \frac{1}{2}AC}$, wo $\frac{1}{2}AC$ die **Brennweite des Spiegels ist.**

§. 54. **Anm.** 1. Aus Obigem und mit Zuziehung des §. 45. läßt sich leicht einsehen, daß (Fig. 53.) HG das geometrische Bild von EV sey, welches aufrecht und hinter dem Spiegel AB ist; desgleichen, daß wiederum EV das Bild von HG sey, vergl. §. 49.

§. 55. **Anm.** 2. Bey der bisherigen Theorie, die für den ersten Anfang hinreicht, ist angenommen, daß sich das Auge in der Axe des Spiegels befinde, weil bey catoptrischen Werkzeugen dieser Fall blos vorkömmt. Auch ist wohl zu merken, daß obige Sätze nur von Strahlen gelten, die ohnweit der Axe des Spiegels einfallen, indem die übrigen von den bestimmten Vereinigungspunkten abweichen, welches die **Abweichung der Strahlen wegen der Kugelgestalt** genannt wird.

IV.

Die Dioptrik.

1. Allgemeine Gesetze des gebrochenen Lichts.

§. 1. Die 1ste Erfahr. Es seyen (Fig. 54.) zwey Bretter AB, BC, unter einem rechten Winkel ABC zusammengefügt, und es mache das Sonnenlicht SAE den Schatten BE. Ist nun DABd ein hohles Gefäß mit Wasser, oder ein gläserner Würfel, in den rechten Winkel ABC eingepaßt: so macht derselbe Sonnenstrahl SAE nunmehr einen kürzern Schatten, im Wasser BG, im Glase BF, und muß also aus der Lage AE, in die Lagen AG, AF, gekommen seyn.

§. 2. Zus. 1. Die Lichtstrahlen, die aus Luft in Wasser oder Glas, überhaupt aus einer dünnern in eine dichtere durchsichtige Materie (aus einem dünnern in ein dichteres Mittel) übergehen, werden aus ihrer vorigen Richtung in eine andere gebracht. Dergleichen Aenderung ihrer Richtung heißt die Brechung, refractio, AE der einfallende, AG oder AF, der gebrochene Strahl.

§. 3. Zus. 2. Eben dergleichen muß den Lichtstrahlen widerfahren, wenn sie aus einem dichtern Mittel in ein dünneres übergehen; nur daß diese Aenderung der vorigen entgegengesetzt ist. War nämlich der Strahl, z. E. beym Uebergange aus Luft

in

in Glas, aus der Lage AE in die Lage AF gebracht: so kömmt er, beym Uebergange aus Glas in Luft, aus der Lage AF in die Lage AE, daß hier AF der einfallende, und AE der gebrochene Strahl ist.

§. 4. Zus. 3. In der dünnern Materie sowohl, als in der dichtern, und überhaupt in jedem Mittel von gleichförmiger Dichtigkeit, gehen die Lichtstrahlen in geraden Linien fort, und leiden also die Brechung nur in der Gränze AD, welche zwey Mittel von verschiedner Dichtigkeit schneidet, und daher die brechende Fläche heißt.

§. 5. Anm. Jedoch lehrt auch die Erfahrung, daß ein Lichtstrahl an festen Körpern, bey denen er vorbeyfährt, sich aus seinem Wege lenke, ob er gleich immer in einerley Mittel zu bleiben scheint. Diese Aenderung seines Weges heißt die Beugung, inflexio.

§. 6. Erkl. Ein Perpendikel AB (Fig. 54.) auf die brechende Fläche AD, im Einfallspunkte A, heißt das Einfallsloth, und sein Winkel mit dem einfallenden Strahle BAE, der Einfallswinkel, angulus incidentiae; mit dem gebrochenen Strahle BAF, der Brechungswinkel, angulus refractionis.

§. 7. Zus. 4. Da man nach der Erfahrung die Punkte E, G, F, B, stets in einer geraden Linie BC findet: so sind die Strahlen AE, AG, AF, mit dem Einfallslothe AB immer in einer Ebene (Ster. §. 10.) welche auf der brechenden Fläche AD senkrecht ist (Ster. §. 30.) und die Brechungsebene, planum refractionis heißt.

§. 8. Zus. 5. Man braucht daher nur diese Brechungsebene zu zeichnen, um das, was mit der Bre-

chung des Lichts in ihr vorgehet, darzustellen. Auch erhellet, (wie Catoptr. §. 19.) wenn die brechende Fläche AM gebogen ist, daß das Einfallsloth ein Perpendikel auf eine Ebene AD sey, welche die gebogene Fläche im Einfallspunkte A berührt, folglich bey einer Kugelfläche der Halbmesser BA.

Denn es ist offenbar, daß die Brechung blos in dieser Stelle A, welche AD mit AM gemein hat, vorgehe, und daher ungeändert bleibe, wie sich auch der übrige Theil der brechenden Fläche ändern möge.

§. 9. Zus. 6. Nimmt man AE = Ae für den Halbmesser: so ist BE = sin BAE; be = sin BAF (Plan. §. 262.). Man hat diese Linien §. 1. gemessen, und für einen Strahl AE, der aus Luft in Glas gehet, gefunden, daß jedesmahl der Sinus des Einfallswinkels BAE, zum Sinus des Brechungswinkels BAF sich im Durchschnitt wie 3:2 verhalte. Man nennt dieses die Brechungsverhältniß, ratio refractionis.

Gehet der Strahl AE aus Luft in Wasser: so findet man die Brechungsverhältniß im Durchschnitt wie 4:3.

§. 10. Zus. 7. Gehet der Strahl AF, oder AG aus Glas oder Wasser in Luft, daß BAF, oder BAG der Einfallswinkel ist: so ist BAE der Brechungswinkel, und nach §. 3. die Brechungsverhältniß dieselbe, nur umgekehrt, 2:3 und 3:4.

§. 11. Zus. 8. Gehet der Strahl aus einem dünnen Mittel in ein dichteres: so wird er nach dem Einfalls-

fallslothe zu gelenkt; gehet er aus einem dichtern Mittel in ein dünneres: so wird er von dem Einfallslothe abgelenkt.

§. 12. Zus. 9. Gehet der Strahl aus Luft in Glas oder Wasser: so ist die Refraction bey jenem größer, als bey diesem; d. i. ein dichteres Mittel bricht die Lichtstrahlen stärker. Jedoch sind auch hier Ausnahmen.

§. 13. Zus. 10. Bey einerley Mitteln findet man die Brechungsverhältniß für jeden Einfallswinkel stets einerley; daher dann auch der Brechungswinkel desto größer wird, je größer der Einfallswinkel war. Nur die senkrecht einfallenden Strahlen gehen in allen Mitteln ungebrochen durch.

§. 14. **Anm.** 1. Die Messung §. 9. kömmt von **Keplern**, und ist, weil sie keine vorläufige Kenntniß der Refraction voraussetzt, für den Anfang schicklich. Bey weitern Fortschritten in der Dioptrik lernt man genauere Methoden kennen. Eben diese Bemerkung gilt für die §. 9. angegebenen Durchschnittszahlen, die zur Erläuterung der folgenden Lehren als Exempel dienen können. Denn theils eine besondere Beschaffenheit des Lichts, wovon im Capitel von den Farben gehandelt wird, theils die verschiedene Beschaffenheit der Mittel, giebt andere Verhältnißzahlen: da z. E. die Glasarten von verschiedner Dichtigkeit sind, also auch das Licht verschiedentlich brechen. §. 12.

§. 15. **Anm.** 2. Kleine Winkel verhalten sich beynahe wie ihre Sinus; daher man dergleichen Winkel ohne beträchtlichen Fehler anstatt ihrer Sinus setzen kann. Der Fehler dabey aber wird zugleich mit den Winkeln größer, und beträgt bey einem Winkel von 30 Grad, schon etwas über einen halben Grad.

§. 16. **Anm.** 3. Die Rechnung lehret, daß bey einem Einfallswinkel von 41° 48′ und drüber, die Strahlen nicht aus Glas in Luft gehen. Auch bestätigt die Erfahrung, daß Strahlen, die so schief auffallen, zurückgeworfen werden.

§. 17. Aufg. Aus der Lage des einfallenden Strahls, die Lage des gebrochenen durch Zeichnung zu finden.

Auflös. 1) Der Strahl AE (Fig. 55.) falle aus einem dünnern in ein dichteres Mittel (z. E. aus Luft in Glas) und BD sey die brechende Fläche. Man ziehe das Einfallsloth AC, und aus A mit beliebigem Halbmesser AE den Kreisbogen EC, mache EX auf AC senkrecht, theile sie in 3 gleiche Theile, deren einer EF, mache FG auf EH senkrecht: so ist AG der gebrochene Strahl. Denn ziehet man durch G die KL mit EH parallel: so ist GL = FH, folglich EH : GL = 3 : 2. §. 9.

Gienge AE aus Luft in Wasser: so verfährt man eben so, nur daß man $EF = \frac{1}{4} EH$ macht, damit EH : GL = 4 : 3. werde. §. 9.

2) Der Strahl AG falle aus einem dichtern Mittel in ein dünneres (z. E. aus Glas in Luft). Es sey BD die brechende Fläche, AC das Einfallsloth und zugleich der Halbmesser des Kreisbogens CGE. Man mache KGL auf AC senkrecht, und $GK = \frac{1}{2} GL$, auch KE auf KL senkrecht: so ist AE der gebrochene Strahl. Denn ziehet man EH mit KL parallel: so ist EH = KL, folglich GL : EH = 2 : 3. §. 10.

Gienge AG aus Wasser in Luft: so verfahre man eben so, nur daß man $GK = \frac{1}{3} GL$ macht, damit GL : EH = 3 : 4. werde. §. 10.

3) Ist in beyden Fällen die brechende Fläche sphärisch, wie MN oder mn, und ihre Mittelpunkte C,

c: so ist CAc das Einfallsloth, und alles wie vorher. §. 8.

§. 18. Zus. 1. Gehet der Strahl gAG aus einem dichtern Mittel in ein dünneres (z. E. aus Wasser in Luft) und man hätte nach §. 17. den gebrochnen Strahl eAE gefunden: so erhellet, daß ein Strahl, der von dem Punkte g im Wasser ausgehet, dem Auge E in der Luft von einem nähern Punkte e herzukommen scheine. Dies erklärt, warum der Boden eines klaren Wassers uns gehoben zu seyn scheint.

§. 19. Zus. 2. Fallen Strahlen auf eine Ebene Brechungsfläche parallel auf: so bleiben sie auch nach der Brechung parallel.

§. 20. Zus. 3. Sind (Fig. 56.) in dem Mittel MR (z. E. Glase) die ebenen Flächen MN, RS, parallel, und das umgebende Mittel (z. E. Luft) von einerley Beschaffenheit: so ist bey jeder Brechungsverhältniß der ausfahrende Strahl EG dem einfallenden BA parallel.

Denn es ist allemahl sin DAH: sin FAH = sin GEK: sin FEK. §. 10. Nun sind MN, RS, folglich auch die Einfallslothe EK, AH, parallel, und daher FAH = FEK. Folglich ist DAH = GEK (Plan. §. 204.) und, wenn man jenes subtrahirt, DAF = GEF, folglich EG mit BD parallel. (Plan. §. 81.)

2. Die geschliffenen Gläser.

§. 21. Erkl. Ein kugelförmig geschliffenes Glas (Fig. 57.) heißt eine ganze Linse, deren Durchschnitt MANBM,

MANBM, wenn es auf beyden Seiten erhoben, utrinque convexum, ist; eine halbe Linse, deren Durchschnitt MANEM, wenn es auf einer Seite eben, und auf der andern erhoben, plano-convexum, ist.

1. Man stelle sich die **halbe Linse** als den Abschnitt von einer massiven Glaskugel vor. Ihre flache Seite MN ist die Basis des Abschnitts, und die erhobene, MAN, der abgeschnittene Theil der Kugelfläche. Der Mittelpunkt C, und Halbmesser CA, der Kugel, heißt zugleich der **Mittelpunkt** und **Halbmesser** der erhobenen Seite des Glases. Eine gerade Linie CE von der Kugel Mittelpunkt C nach der Basis Mittelpunkt E, ist auf dieser Ebene senkrecht (Ster. §. 91.) und heißt die **Axe** des Glases.

2. Man denke sich, daß die **ganze Linse** entstünde, wenn man zwey halbe Linsen mit ihren flachen Seiten so zusammenfügt, daß die Mittelpunkte C, E, D, in einer geraden Linie, der **Axe** des Glases liegen. Der gemeinschaftliche Mittelpunkt der flachen Seiten E heißt die **Mitte** der ganzen Linse.

3. Wird die Figur und die Axe CED gedrehet: so beschreibt sie die Linse, wovon sie ein Durchschnitt ist.

4. Um den Gläsern diese Gestalt zu geben, bereitet man **Schüsseln** von Metall, wovon eine flach, eine andere nach der **Lehrform** MAN ausgehöhlt ist; da dann der Halbmesser CA der Kugel, wozu MAN gehört, der **Halbmesser der Schüssel** heißt. Hat man nun ein Stück reines, blasenleeres Glas abgerundet: so schleift man mit gehörigem Sande seine Seiten auf solchen Schüsseln, und polirt sie, wenn sie die gehörige Gestalt bekommen haben.

§. 22. Erkl. Ein kugelförmig geschliffenes Glas (Fig. 58.) heißt ein doppeltes Hohlglas, dessen Durchschnitt mBnnAm, wenn es auf beyden Seiten hohl, utrinque concavum, ist; ein einfaches Hohlglas, dessen Durchschnitt MNnAm, wenn es auf einer Seite eben und auf der andern hohl, plano-concavum, ist.

1. Ein **einfaches Hohlglas** ist als der Abschnitt von einer hohlen Glaskugel anzusehen; da denn die flache Seite des Glases

ses MN der Basis des Abschnitts mn parallel ist; und CA der Halbmesser der Kugel, und der hohlen Seite des Glases auf mn, folglich auch auf MN in der **Mitte** E senkrecht ist, und die **Axe** des Glases heißt.

2. Das **doppelte Hohlglas** entstehet, wenn man zwey einfache Hohlgläser mit ihren flachen Seiten so zusammenfügt, daß C, E, D, in einer geraden Linie, der **Axe** des Glases liegen.

3. Die hohle Seite des Glases wird auf einer erhobenen Schüssel geschliffen.

§. 23. **Erkl.** **Ein kugelförmig geschliffenes Glas, das auf einer Seite erhoben, und auf der andern hohl ist, heißt: ein Meniscus** (Fig. 59.) **wenn der erhobenen Seite Halbmesser CA kleiner als der hohlen DB ist; ein concav-converes Glas** (Fig. 60.) **wenn CA größer als DB ist.**

§. 24. **Anm.** Die Natur dieser Gläser §. 21. 22. 23. d. i. die Gesetze, nach welchen sie die Lichtstrahlen brechen, muß man wissen, um die Beschaffenheit der optischen Werkzeuge zu verstehen. Nun könnte man zwar aus der gegebenen Lage eines leuchtenden Punktes und den Halbmessern der Gläser, die Lage der gebrochenen Strahlen in jedem dieser Gläser nach §. 17. durch Zeichnung leicht finden; aber hier kömmt es auf allgemeine Gesetze an, die aus den Zeichnungen geometrisch, oder durch Rechnungen hergeleitet werden müssen. Da nun dieses für einen Grundriß theils zu weitläuftig ist, theils noch andere Kenntnisse voraussetzt, wenn es kurz und allgemein geschehen soll: so muß man sich vorerst begnügen, durch Vergleichungen und Analogien solche Gesetze einigermaßen sich begreiflich zu machen. Wenigstens kann man sie doch vorerst als Hypothesen annehmen, die mit den Erfahrungen übereinstimmig sind, und deren vollständiger Beweis dem zweyten Cursus vorbehalten bleibt.

§. 25. **Die 2te Erfahr. Wenn man die eine Seite eines geschliffenen Glases mit einem Papiere, wodurch man zwey feine Löcher gestochen hat, bedeckt, und sie gegen die Sonne hält, daß die Strahlen senkrecht darauf fallen: so zeigen sich an**

der

der nahen Wand zwey lichte Punkte, die ihren Abstand von einander verändern, wenn man das Glas allmählig weiter von der Wand abrückt. Ist dieses nun eine ganze oder halbe Linse, oder ein Meniscus: so gehen die lichten Punkte immer näher zusammen, bis sie sich in einer gewissen Weite hinter dem Glase völlig vereinigen. Ist es aber ein doppeltes oder einfaches Hohlglas, oder ein concav-convexes Glas: so gehen die lichten Punkte immer fort weiter auseinander, als kämen sie (Fig. 39.) von einem Punkte A so weit vor dem Glase her, als das Glas von der Wand abstehet, wenn der Abstand der lichten Punkte E, F, doppelt so groß ist, als der Abstand der Löcher D, B, im Papiere. Denn wenn EF = 2 DB: so ist auch AG = 2 AC, d. i. AC = CG.

§. 26. Zus. 1. Die Sonnenstrahlen, die man wegen der großen Entfernung der Sonne für parallel ansehen kann, werden durch die beyden Classen der Gläser so gebrochen, daß sie bey der ersten Classe hinter dem Glase einen physischen, und bey der zweyten vor dem Glase einen geometrischen Vereinigungspunkt oder **Brennpunkt** haben; auf ähnliche Art wie bey den Kugelspiegeln (Cat. §. 35. 38.). Daher nennt man die erste Classe **Sammlungsgläser**, welche die Natur der hohlen Kugelspiegel haben, nur daß hier der physische Brennpunkt hinter dem Glase ist; die zweyte Classe aber **Zerstreuungsgläser**, welche die Natur der erhobenen Kugelspiegel haben, nur daß hier der geometrische Brennpunkt vor dem Glase ist. §. 27.

§. 27. Zus. 2. Die Brennweiten aller dieser Gläser (wonach sie ihre Nahmen erhalten, da z. E. ein 3zölliges Glas heißt, was 3 Zoll Brennweite hat) kann man bey dem Versuche §. 25. ausmessen.

Anm. Aus Rechnungen hat man auch allgemeine Regeln, solche Brennweiten aus den Halbmessern der Gläser zu bestimmen, welche man mit der Ausmessung bey dem Versuche übereinstimmig finden wird. Diese Regeln sind, wenn man die Brechungsverhältniß 3 : 2 annimmt, und die Dicke der Gläser nicht achtet, folgende:

1. bey der **halben Linse** und dem einfachen Hohlglase ist die Brennweite dem Durchmesser der gebogenen Seite gleich.

2. bey der **ganzen Linse** und dem doppelten Hohlglase sind zwey Fälle:

a) wenn beyde Seiten des Glases einerley Halbmesser haben: so ist die Brennweite diesem Halbmesser gleich; (bey der völligen Kugel aber nur der Hälfte davon)

b) wenn die Seiten des Glases verschiedne Halbmesser haben: so giebt das doppelte Product aus den Halbmessern, mit ihrer Summe dividirt, die Brennweite.

3. bey dem **Meniscus** und concav-convexen Glase giebt das doppelte Product gus den Halbmessern, mit ihrer Differenz dividirt, die Brennweite.

§. 28. Zus. 3. Ist die Brennweite des Glases bekannt: so findet man, wie bey den Kugelspiegeln, deren Natur die geschliffenen Gläser haben, nach Catoptr. §. 43. 52. für jede gegebene Weite eines Objects die Weite seines physischen oder geometrischen Bildes, wenn man das Product aus der Brennweite und der Weite des Objects im ersten Falle mit ihrer Differenz, im zweyten mit ihrer Summe dividirt. Da dann aus Vergleichung mit Cat. §. 49. 54. allgemein erhellet:

1. bey Sammlungsgläsern

a. daß das Bild physisch, so lange die Weite des Objects größer, als die Brennweite des Glases ist.

b. daß kein Bild entstehe, sondern die Strahlen von jedem Punkte des Objects nach der Brechung unter sich parallel laufen, wenn das Object im Brennpunkte ist.

c. daß ein geometrisches Bild entstehe, wenn das Object dem Glase noch näher, als der Brennpunkt ist.

2. bey Zerstreuungsgläsern, daß allemahl ein geometrisches Bild entstehe, in welchem Abstande vom Glase das Object auch seyn möge.

§. 29. **Anm.** 1. Um das, was von der Natur der geschliffenen Gläser gesagt worden ist, zu versinnlichen, auch in manchen Stücken noch näher zu bestimmen, und zur richtigen Anwendung geschickt zu machen, wird es nöthig seyn, die Wirkungen dieser Gläser auch noch durch einige Zeichnungen zu erläutern.

§. 30. Es stelle (Fig. 61.) ACB ein Sammlungsglas vor, dessen Dicke nicht geachtet wird, C seine Mitte, ECG seine Axe, E einen leuchtenden Punkt, der auf das Glas einen Strahlenkegel EMN wirft, wovon EC der Hauptstrahl ist, d. i. der durch die Mitte des Glases gehet: so haben die gebrochenen Strahlen hinter dem Glase in G ihren Vereinigungspunkt, von da sie wieder aus einander fahren, daß ein Auge in O die Strahlen, die von E ausgehen, so empfängt, als kämen sie von G, welcher daher das physische Bild von E ist.

Nun seyen EV, GH, sehr kleine Kreisbögen aus C, d. i. die Winkel bey C sehr klein, und es werfe

der

der leuchtende Punkt V einen Strahlenkegel VMN auf das Glas, wovon VC der Hauptstrahl ist: so ist auf eben die Art H das physische Bild von V, wie G von E es war.

Ist nun EV ein leuchtender Gegenstand: so siehet man leicht ein, daß die Punkte zwischen E und V eben so ihre Bilder zwischen G und H machen, folglich GH das Bild von EV sey, welches sich hinter dem Glase umgekehrt darstellt, weil der Punkt V über der Axe des Glases sein Bild H unter der Axe macht.

§. 31. Sind die Bogen EV, GH, so klein, daß sie von ihren Tangenten (Plan. §. 262.) wenig unterschieden sind: so ist EV : GH = CE : CG. Drehet sich nun die Figur um die Axe EG: so beschreiben EV, GH, Kreise, deren Halbmesser diese Linien sind.

§. 32. Stehet das Glas AB in der erweiterten Oefnung des verfinsterten Zimmers (Opt. §. 11.) so bildet sich der Gegenstand auf der weißen Wand deutlich ab, wenn man solche in G rückt; undeutlich aber, wenn sie vor oder hinter G ist, vergl. Opt. §. 12. Noch bequemer zu Versuchen ist eine camera obscura portatilis, oder ein Kasten, der vorn das Sammlungsglas hat, und hinten mit einem mattgeschliffenen Glase, welches sich verschieben läßt, geschlossen ist.

§. 33. Ist CE, die Weite des Objects, so groß, daß die Strahlen von E (z. E. vom Mittelpunkte der Sonne) als parallel anzusehen sind: so ist G der Brenn-

punkt des Sammlungsglases, und GH der Halbmesser des Brennraums, in welchem alles Licht, das von der Sonne auf das Glas fällt, beysammen, folglich um so vielmahl dichter ist, so vielmahl die Fläche des Brennraums kleiner, als die Fläche des Glases ist; vorausgesetzt, daß alles Licht durch das Glas gehet, und im Bilde sich vereinigt.

§. 34. Ist CE nicht so groß, als §. 33, aber doch größer, als die Brennweite des Glases: so ist die Weite des Bildes CG größer, als die Brennweite, und nimmt zu, so wie CE abnimmt; welches theils mit §. 28. übereinstimmt, theils durch einen leichten Versuch sich bestätigt, wenn EV eine Lichtflamme ist, deren Bild GH man mit einem weißen Papiere auffängt.

§. 35. Ist CE der Brennweite gleich: so gehen die Strahlen, die von jedem Punkte des Objects EV auf das Glas fallen, nach der Brechung mit dem Hauptstrahle parallel; z. E. die von E mit ECG, die von V mit VCH, daß also keine Vereinigung, oder gar kein Bild Statt findet.

§. 36. Ist CE (Fig. 62.) kleiner, als die Brennweite: so werden die Strahlen, die von jedem Punkte des Objects E auffallen, nach der Brechung zerstreut, wie Mm, Nn, als kämen sie von einem entferntern Punkte F vor dem Glase her, so daß FH ein geometrisches aufgerichtetes Bild von EG wird, da dann CF gleichfalls nach §. 28. gefunden wird, auch wie §. 31. GE : FH = CE : CF ist.

§. 37.

§. 37. Es stelle (Fig. 62.) ACB ein Zerstreuungsglas vor, dessen Mitte C und Axe CF. Es sey F ein leuchtender Punkt, der einen Strahlenkegel FMN auf das Glas wirft: so werden die gebrochenen Strahlen hinter dem Glase so zerstreuet, als kämen sie von dem Punkte E vor dem Glase her, der also das geometrische Bild von F ist. Auf eben die Art hat H sein geometrisches Bild in G; und EG ist das geometrische aufgerichtete Bild des Gegenstandes FH auf ähnliche Art, wie §. 30.

Ist nun F unendlich entfernt: so ist CE der Brennweite des Glases gleich §. 27; in allen andern Fällen aber kleiner §. 28.

§. 38. Anm. 2. Bisher ist angenommen worden, daß von jedem Punkte eines Objects divergente oder parallele Strahlen auf das Glas fallen; also nun noch der Fall zu erwägen, wenn solche Strahlen in convergenten Richtungen auffallen, d. i. wenn Strahlen, die durch ein Sammlungsglas AB (Fig. 61.) nach dem Punkte G gebrochen werden, von einem zweyten Glase PrQ vor ihrer Vereinigung aufgefangen werden.

§. 39. Hier haben die auf PQ fallenden Strahlen eine solche Lage, als kämen sie von einem leuchtenden Punkte G auf der entgegengesetzten Seite des Glases, dessen Weite Gr ist, welche man nun in die Rechnung §. 28. anstatt der Weite CE setzen muß. Denn man siehet leicht ein, daß G und Gr für das Glas PQ eben das ist, was E und EC für das Glas AB war.

§. 40. Ist nun PQ ein Sammlungsglas, welches für diesen Gebrauch ein Collectivglas heißt: so findet man die Weite des Bildes, welches PQ macht,

wenn man das Product aus der Weite des Objects Gr in die Brennweite des Glases PQ mit der Summe dieser beyden Weiten dividirt. Hier entstehet allemahl ein physisches Bild, welches dem Glase PQ näher ist, als sein Brennpunkt. §. 28.

§. 41. Ist aber PQ ein Hohlglas: so findet man die Weite des Bildes, wenn man das Product aus der Brennweite des Glases und der Weite des Objects mit ihrer Differenz dividirt. Ist nun Gr gröfser, als die Brennweite des Glases, oder eben so groß, oder kleiner: so entsteht im ersten Falle ein physisches Bild; im zweyten gar kein Bild, weil die Strahlen nach der Brechung parallel gehen; im dritten ein geometrisches Bild. §. 28.

§. 42. **Anm.** 3. Die im Vorhergehenden angegebenen Regeln für die geschliffenen Gläser sind unter der Einschränkung für genau anzunehmen, daß von jedem Punkte des Objects nur diejenigen Strahlen, die nicht weit von der Axe des Glases einfallen, nach der Brechung in einen Punkt des Hauptstrahls zusammenlaufen; die übrigen aber, die weiter von der Axe ab auf das Glas fallen, nach der Brechung von obgedachtem Punkte abweichen. Dieses nennt man die **Abweichung des Lichts wegen der Kugelgestalt** der Gläser. Weil hiedurch eine Verwirrung und Undeutlichkeit des Bildes entsteht: so bedient man sich einer **Blendung**, welche den Rand des Glases bedeckt, und nur die Mitte desselben, die **Oefnung** und **Apertur**, frey läßt. Je kleiner letztere ist, desto reiner wird das Bild, verliehrt aber an der Helligkeit, weil alsdann wenigere Strahlen von jedem Punkte des Objects auffallen.

3. Die Farben.

§. 43. Die 3te Erfahr. Durch eine kreisförmige Oefnung DE (Fig. 63.) in der Wand eines verfinsterten Zimmers falle das Sonnenlicht SEDS, wel-

welches von dem Boden in Q geschnitten wird. Fängt man dasselbe mit einem dreyeckigen gläsernen Prisma so auf, daß dessen Seitenlinien mit dem aus parallelen Strahlen bestehenden Sonnenlichte rechte Winkel machen: so zeigt sich an der weißen Wand ein farbiges länglichtes Bild RV, welches von farbigen Strahlen, die von dem Prisma nach der Wand zu divergiren, gemacht wird, und woran man sieben Farben deutlich von einander unterscheiden kann, die allemahl in folgender Ordnung von R nach V auf einander folgen: Roth, Dunkelgelb, Hellgelb, Grün, Hellblau, Dunkelblau, Violet.

§. 44. Zus. 1. Würden die Sonnenstrahlen auf einerley Art gebrochen: so müßten sie, da sie auf die Ebene AB parallel auffallen, nach der ersten Brechung auch parallel bleiben, folglich auf die zweyte Ebene AC, wo sie ausgehen, gleichfalls parallel auffallen, folglich nach der zweyten Brechung auch noch parallel bleiben §. 19. Demnach würde durch diese doppelte Brechung blos bewirkt, daß das Bild P in eine andere Lage käme, aber seine Gestalt ungeändert behielte. Da nun die ausgehenden Strahlen nicht parallel, sondern divergent sind, und ein viel längeres Bild machen: so werden sie nicht gleich stark, sondern verschiedentlich gebrochen.

§. 45. Zus. 2. Diese auf verschiedne Art gebrochene Strahlen bringen die Empfindung der verschiednen Farben hervor; und zwar, die am schwächsten gebrochen werden, die rothe Farbe, die am stärk-

sten, die violette, und so die Zwischenfarben; so, daß sich das farbige Licht durch die verschiednen Grade der Brechbarkeit von einander unterscheiden läßt.

§. 46. Zus. 3. Da zugleich die Erfahrung lehret, daß jede dieser Farben, abgesondert von den übrigen, durch ein zweytes Prisma nicht weiter verändert wird; und daß alle Farben, durch ein Sammlungsglas zusammen vereinigt, das weißliche Sonnenlicht, wie es beym Eingange war, wieder hervorbringen: so muß das Sonnenlicht aus farbigem Lichte bestehen, welches erst kenntlich wird, wenn man es von einander absondert; da man es dann als einfach ansehen muß, weil es sich nicht weiter zergliedern läßt.

§. 47. **Anm. 1.** **Newton** giebt die Verhältniß der Refraction für **rothes** Licht wie 77 : 50, für **violettes** wie 78 : 50, für **grünes** wie $77\frac{1}{2}$: 50 an. Das grüne Licht fällt also ohngefähr ins Mittel zwischen jene äußersten, und seine Brechungsverhältniß $77\frac{1}{2}$: 50, oder 31 : 20, ist beynahe 3 : 2, wie sie §. 9. angenommen worden, welches also eine **mittlere** Verhältniß ist.

§. 48. **Anm. 2.** Die hier angegebenen Verhältnisse sind auch nicht allgemein, da eine Glasart vor der andern das farbige Licht mehr oder weniger zerstreuet. Insbesondere sind hiebey zwey Glasarten in England merkwürdig: das **Flintglas**, welches die Farben am stärksten, und das **Krowaglas**, welches grünlicher ist, und die Farben am schwächsten zerstreuet. Für jenes ist die mittlere Verhältniß 158 : 100, für dieses 153 : 100.

§. 49. Zus. 4. Ist das Licht, was von dem Objecte EV (Fig. 61.) auf das Glas AB fällt, wie das Sonnenlicht, gemischt: so macht das Glas so viele Bilder, als solches Licht Farben enthält. Wäre z. E. GH das grüne Bild: so wird das rothe Bild

am

am weitesten, das violette dem Glase am nächsten, die übrigen aber in den Zwischenräumen stehen. Dies heißt die Abweichung des Lichts wegen der Farben oder wegen der verschiednen Brechbarkeit, und verursacht eine Undeutlichkeit §. 32, die weit beträchtlicher, als die §. 42. ist.

4. Das Auge, die Augengläser und das einfache Microscop.

§. 50. Die 4te Erfahr. Der fast kugelförmige Augapfel, bulbus oculi, EFMN, (Fig. 64.) ist in der beinernen Augenhöhle durch Muskeln beweglich, von denen ein Paar sich um denselben beugt, und die weiße Haut, albuginea, bildet, aus welcher blos der vordere Theil des Augapfels EF hervorragt. Man unterscheidet an ihm drey Häute, die seine innere Höhlung umgeben, und drey Feuchtigkeiten, die dieselbe ausfüllen.

1. die harte Haut, sclerotica, umgiebt ihn zu äußerst, und ist hart und undurchsichtig, nur ihr vorderer Theil EF, die Hornhaut, cornea, ist durchsichtig, und, als das Segment einer kleinern Kugel, erhobener.

2. Die Adernhaut, choroides, ist schwärzlich, und schließt sich an die innere Fläche der harten Haut an bis zur Hornhaut, wo sie zwischen den beyden Kugelsegmenten eine farbige Scheidewand, die Traubenhaut, uvea, oder der Re-

genbogen, iris, bildet, in deren Mitte einẽ kreisrunde Oefnung GH, der Stern, pupilla, befindlich ist, die sich nach der mehrern oder mindern Stärke des Lichts zusammenziehet, oder erweitert.

3. Die Netzhaut, retina, R, S, eine zarte Verflechtung der feinsten Nerven und Blutgefäße, schließt sich an die innere Fläche der Adernhaut an, und hängt mit dem Sehenerven, nervus opticus, zusammen, der im Hintertheile des Augapfels seitwärts in N eintritt.

4. Von den durchsichtigen Feuchtigkeiten im Innern des Augapfels ist vorn die wäßrige, humor aqueus, in der Mitte der cristallene, cristallinus, BD (welche die Gestalt und Wirkung einer Glaslinse hat, und daher auch die Cristalllinse, lens cristallina, heißt,) und hinten die gläserne, vitreus.

Anm. Statt des Punkts in Opt. §. 41. läßt sich nun die Mitte der Cristalllinse setzen.

§. 51. Zus. 1. Von jedem Punkte eines Objects fallen Strahlen durch die Pupille auf die Cristalllinse, und werden nach den Gesetzen der Glaslinsen so gebrochen, daß sie ein umgekehrtes, helles und deutliches Bild auf die Netzhaut werfen; wie man wirklich erblicken kann, wenn man die Haut am Hintertheile eines Auges geschickt ablöset. Dieses Bild erregt auf der Netzhaut eine Reitzung,

die

die durch den Gesichtsnerven bis ins Gehirn fortgehet, und die Empfindung hervorbringt, die wir das Sehen nennen.

§. 52. **Anm.** Wird die Cristalllinse undurchsichtig, oder die Netzhaut unempfindlich: so entsteht die Krankheit, die wir den Staar nennen, und zwar im ersten Falle den **grauen**, im zweyten den **schwarzen**.

§. 53. **Zus. 2.** Die verschiednen Feuchtigkeiten im Auge müssen die Lichtstrahlen so brechen, daß von jedem Objecte nur ein einziges farbenloses Bild entsteht. Fällt dieses auf die Netzhaut im Boden des Auges: so sehen wir deutlich; undeutlich aber, wenn die Netzhaut näher oder entfernter ist, wie im verfinsterten Zimmer. §. 32.

§. 54. **Zus. 3.** Da die Bilder von nahen Objecten weiter, von weiten aber näher hinter die Linse fallen §. 34: so muß bey denen, die beydes gut in der Nähe und in die Ferne sehen können, entweder der Abstand der Linse von der Netzhaut für nahe Sachen größer, und für entlegene kleiner; oder die Cristallinse für entlegene Sachen erhobener, für nahe flächer werden können. Welches von beyden, oder ob beydes, oder ob auch etwas anders vielleicht Statt finde, ist noch nicht ausgemacht.

§. 55. **Zus. 4.** Bey einem **Kurzsichtigen**, myops, fällt das deutliche Bild von nahen Objecten auf die Netzhaut, und von entlegenen vor derselben. Bey einem **Weitsichtigen**, presbyta, fällt das deutliche Bild von weiten Objecten auf die Netzhaut, und von nahen hinter dieselbe. Jener sieht deutlich, wenn

divergirende, dieser aber, wenn parallele Strahlen von jedem Punkte des Objects ins Auge fallen. Ob es noch einen dritten Fehler für convergirende Strahlen gebe, davon hat man noch kein Beyspiel.

§. 56. Zus. 5. Ein Kurzsichtiger sieht ein nahes Object GE (Fig. 62.) deutlich. Soll ihm nun ein entlegenes Object FH eben so deutlich seyn: so muß er ein Zerstreuungsglas AB dicht vor das Auge halten, welches die Strahlen von FH so bricht, als kämen sie von GE, dem geometrischen Bilde des Objects, welches in- oder ohnweit des Brennpunktes des Glases trift. §. 37.

§. 57. Zus. 6. Da ein Mensch kurzsichtiger als ein andrer ist: so muß jeder die größte Weite CE, worin er noch deutlich sehen kann, ausmessen, und sich darnach ein Zerstreuungsglas von solcher Brennweite erwählen. Denn bey einer größern Brennweite sieht er nicht deutlich; bey einer kleinern gewöhnt er sich an nähere Bilder, und macht sich noch kurzsichtiger, als er vorher war.

§. 58. Zus. 7. Ein Weitsichtiger sieht ein entlegenes Object FH (Fig. 62.) deutlich. Soll ihm nun ein nahes Object EG eben so deutlich seyn: so muß er ein Sammlungsglas AB, dessen Brennweite etwas größer als CE ist, dicht vor das Auge halten, welches die Strahlen von EG so bricht, als kämen sie von FH §. 36.

§. 59. Zus. 8. Aus eben dem Grunde, wie §. 57, erwählt der Weitsichtige ein Glas, welches

das Bild FH nicht weiter entfernt, als für ihn nöthig ist, also die längste Brennweite hat.

§. 60. **Anm.** Beyde Gläser §. 56. 58. heißen von ihrem Gebrauche **Augengläser**, deren schickliche Focallänge gefunden wird, wenn Jeder die Weite beobachtet, in der er noch deutlich siehet, und die Weite, in der er nicht mehr deutlich zu sehen anfängt; und das Product dieser beyden Größen mit ihrer Differenz dividirt.

§. 61. Zus. 9. Außer den für jedes Auge schicklichen Weiten §. 60. lehrt die Erfahrung, daß es noch eine gewisse Gränze gäbe, wie weit Objecte zum wenigsten vom Auge abstehen müssen, wenn wir sie recht deutlich sehen sollen. Diese Gränze setzt man im Durchschnitt 8 Zoll. (Opt. §. 55.) Ein kleines Object erscheint also in solchem Abstande unter einem sehr kleinen Sehewinkel, daß man seine Theile nicht unterscheiden kann. Bringt man es dem Auge näher: so wird zwar der Sehewinkel um so vielmahl vergrößert, als diese kleine Weite in der Weite von 8 Zoll enthalten ist; (Opt. §. 44.) aber man kann nun das Object mit dem bloßen Auge nicht deutlich sehen. Hält man eine kleine Glaslinse (oder ein Glaskügelgen) vor das Auge, und bringt das Object in ihren Brennpunkt: so werden die Strahlen von jedem Punkte des Objects so gebrochen, daß sie parallel ins Auge fallen §. 28, folglich das Object von einem Weitsichtigen deutlich gesehen wird; §. 55. von einem Kurzsichtigen aber, wenn er das Object der Linse ein wenig nähert, daß die Strahlen divergiren §. 55. Von diesem Gebrauche erhält das Sammlungsglas den Nahmen eines Microscops,

und

und heißt, wenn nur ein einziges Glas zu diesem Zwecke dient, ein einfaches Microscop.

§. 62. Zus. 10. Da die Vergrößerung des Objects von seiner Nähe in Verhältniß gegen 8 Zoll abhängt, das Object aber im Brennpunkte der microscopischen Linse ist: so findet man die Vergrößerung der Linse, d. i. durch welche das Object in solcher Nähe deutlich gesehen wird, wenn man 8 Zoll mit der Brennweite der Linse dividirt. Z. E. eine Linse von $\frac{1}{2}$ Zoll vergrößert im Durchmesser 16mahl, folglich eine Fläche 256mahl.

§. 63. **Anm.** 1. Je höher die Vergrößerung steigt, desto weniger Licht wirft das Object auf die Linse, und desto dunkler wird es. Daher muß das Object entweder durch einen Hohlspiegel, oder durch ein Erleuchtungsglas stark erleuchtet werden.

§. 64. **Anm.** 2. Die Vergrößerung, die man bey einzelnen Gläsern erhält, oder dadurch zu erhalten glaubt, wird nicht durch das Glas bewirkt; indem die Hauptstrahlen der Punkte im Objecte nach der Brechung ihre vorige Lage behalten, folglich das Object durch das Glas und ohne Glas unter einerley Winkel gesehen wird. Will man daher eine wirkliche Vergrößerung durch Gläser bewirken: so muß man ihrer zwey oder mehrere gehörig verbinden, daß die Hauptstrahlen ihre Lage verändern. Hieraus entstehen die Telescope und zusammengesetzten Microscope.

5. Die Telescope und zusammengesetzten Microscope.

§. 65. Erkl. Ein Fernrohr oder Telescop, tubus s. telescopium dioptr. dient entfernte Objecte nahe und groß zu sehen, und besteht aus einer Röhre mit zwey oder mehrern geschliffenen Gläsern, deren Axen

in

in einer gemeinſchaftlichen geraden Linie, der Axe des Rohrs, liegen. Das eine Glas, mit der größten Brennweite, wird nach dem Objecte gerichtet, und heißt das Objectivglas, welches allemahl ein Sammlungsglas ſeyn muß. Das zweyte, oder die übrigen Gläſer von kleinerer Brennweite, ſtehen nach dem Auge zu, und heißen Oculargläſer, wozu auch Zerſtreuungsgläſer dienen können.

§. 66. Erkl. Ein Sternrohr, oder aſtronomiſches Fernrohr, tubus caeleſtis, beſteht aus zwey Sammlungsgläſern von verſchiedner Focallänge, welche um die Summe ihrer Brennweiten von einander abſtehen, ſo daß (Fig. 65.) CG die Brennweite des Objectivs AB, FG des Oculars ab, und ECF die gemeinſchaftliche Axe beyder Gläſer iſt.

§. 67. Zuſ. 1. Da das Object EV ſehr weit entlegen iſt: ſo fallen die Strahlen aus E parallel auf das Objectiv AB, vereinigen ſich nach der Brechung in ſeinem Brennpunkte G, fallen von G, welches zugleich der Brennpunkt des Oculars ab iſt, divergent auf daſſelbe, und gehen folglich nach abermahliger Brechung parallel in der Richtung FO ins Auge O. Auf eben die Art vereinigen ſich die Strahlen aus V nach der erſten Brechung in H, und kommen nach der zweyten in der Richtung DO, die mit dem Hauptſtrahle HF parallel iſt, ins Auge O. Denkt man ſich nun ein Gleiches von allen Punkten des Objects zwiſchen E und V: ſo begreift man, daß GH das

um-

umgekehrte Bild von EV durch das Ocular vom Auge O geſehen werde.

§. 68. **Anm.** Durch das Ocular a b erblicken wir zwar nur das Bild GH; da wir uns aber bewußt ſind, daß ſich kein Object zwiſchen beyden Gläſern befindet: ſo ſetzen wir in unſrer Vorſtellung das, was wir erblicken, über AB hinaus, wo ſich EV wirklich befindet, und glauben EV unmittelbar, ob wohl verkehrt, zu ſehen.

§. 69. **Zuſ. 2.** Das Auge O ſiehet die Punkte G, H, in der Richtung OF, OD, folglich das Bild GH unter dem Winkel FOD = GFH (weil DC mit HF parallel iſt). Das Object EV würde ohne Gläſer unter dem Winkel ECV = GCH erſcheinen. Dieſe Winkel aber verhalten ſich wie CG : FG. Demnach findet man die Vergrößerung $= \frac{CG}{FG}$, d. i. wenn man die Brennweite des Objectivs mit der Brennweite des Oculars dividirt.

§. 70. **Zuſ. 3.** Wäre daher CG = FG, ſo wäre gar keine Vergrößerung. Dieſe aber wäre deſto anſehnlicher, je kleiner FG gegen CG ſti, wenn dieſes nicht durch andere Umſtände eingeſchränkt würde.

§. 71. **Anm.** Die Vergrößerung iſt für Weitſichtige beſtimmt. Kurzſichtige müſſen bey dieſem, und den folgenden Werkzeugen das Ocular um etwas Weniges dem Objective näheru, damit die Strahlen divergiren. Nähere Gegenſtände durch ein Fernrohr deutlich zu ſehen, muß man das Ocular weiter vom Brennpunkte des Objectivs entfernen, weil die Bilder näherer Gegenſtände über den Brennpunkt G hinausfallen.

§. 72. **Zuſ. 4.** Da alle durch C gehende Hauptſtrahlen in O ihren Vereinigungspunkt haben: ſo iſt $FO = \frac{FC \cdot FG}{FC - FG}$ §. 28, beynahe = FG, der Brenn-

weite

weite des Oculars, wodurch die Stelle des Auges O bestimmt wird.

§. 73. Zus. 5. Das Auge in O übersiehet von dem Objecte, was unter dem Winkel ECV = FCD enthalten ist, in dem V der äußerste Punkt des Objects ist, dessen Hauptstrahl CD das Ocular in D trift; da dann FCD durch $\frac{FD}{FC}$ bestimmt wird, und der Oefnungs-halbmesser des Oculars §. 42. um etwas größer als FD seyn muß. Es ist aber ECV der Winkel, unter welchem EV dem Auge ohne Gläser erscheint, und EV der Halbmesser eines Kreises, den EV um E beschreibt, und welcher das Gesichtsfeld, campus visionis, das, was man durch das Fernrohr auf einmahl übersehen kann, genannt wird.

§. 74. Zus. 6. Ist CM der Oefnungs-halbmesser des Objectivs §. 42: so fällt von jedem Punkte des Objects, wie E, ein Strahlenkegel oder Cylinder EMN auf das Objectiv, dessen Strahlen sich in G vereinigen, und sich hinter dem Ocular in einen Strahlencylinder verwandeln, dessen Grundfläche FK zum Halbmesser hat; und es ist CG : FG = CM : FK.

§. 75. Zus. 7. Da FK, wodurch die Helligkeit bestimmt wird, ein gewisser Theil von CM ist, welchen die Verhältniß CG : FG angiebt §. 74: so ist bey einerley Vergrößerung die Helligkeit desto größer, je größer CM ist. Auch ist nach §. 73. das Gesichtsfeld desto größer, je größer FD ist. Man müßte daher dem Objectivglase, wegen der Helligkeit, und

dem

dem Ocular, wegen des Geſichtsfeldes, große Oefnungen §. 42. geben; welches aber die Abweichung des Lichts wegen der Kugelgeſtalt der Gläſer, und noch mehr wegen der Farben, nicht geſtattet.

§. 76. **Anm.** Man hat gefunden, daß beſonders die letztere Abweichung vermindert wird, wenn man anſtatt eines Oculars von kurzer Brennweite, zwey gebraucht, deren jedes von einer etwas längern Brennweite iſt, die aber beyde zuſammen die Strahlen ſo brechen, wie jenes allein gethan hätte.

§. 77. **Zuſ. 8.** Da auch beym Sternrohre bisher immer angenommen iſt, daß die Brennpunkte beyder Gläſer in einen Punkt G zuſammenfallen; dieſes aber die Abweichung des Lichts wegen der Farben nicht geſtattet, auch dieſe Abweichung, und die daher entſtehende Undeutlichkeit, deſto beträchtlicher wird, je kürzer das Ocular in Verhältniß gegen das Objectiv iſt, und je weiter die Oefnungen der Gläſer ſind: ſo erhellet, daß man die Vergrößerung §. 70. nicht zu weit treiben, und zu einem Objectiv nicht jedes beliebige Ocular erwählen, auch den Gläſern nicht zu große Oefnungen geben dürfe. §. 75.

§. 78. **Anm.** 1. Die hiebey ſchicklichen Größen beſtimmt man durch Erfahrungen. **Hugenius** nahm zu einem 30füßigen Objectiv, deſſen Oefnung 3 Zoll im Durchmeſſer war, ein Ocular von 3/3 Zoll rheinl. Prof. **Meyer** aber nahm zu eben dem Objective, deſſen Oefnung 2,6 Zoll im Durchmeſſer war, ein Ocular von 5/77 Zoll.

§. 79. **Anm.** 2. Hat man einmahl ein recht ſchickliches Fernrohr: ſo kann man jedes andre darnach einrichten, wenn man für die beyden Fernröhre ſetzt: die Brennweite der Objectivgläſer wie die Quadrate der Vergrößerungszahlen; ihre Oefnungsdurchmeſſer aber, desgleichen die Brennweiten der Oculare, wie die Vergrößerungszahlen.

Z. E. Das Hugenius Fernrohr vergrößerte $\frac{30}{3{,}3''}$ oder $\frac{3600}{33}$ d. i. 109mahl. Will man nun ein Fernrohr, das 60mahl vergrößert: so setze man die Brennweite des Objectivs $= \frac{60^2}{109^2} \cdot 30'$; den Oefnungs-halbmesser $= \frac{60}{109} \cdot 3''$; die Brennweite des Oculars $= \frac{60}{109} \cdot 3{,}3''$.

§. 80. **Anm.** 3. Zu starken Vergrößerungen gehören also sehr lange Fernröhre, welche viele Beschwerden verursachen. Man braucht daher anstatt des Objectivglases einen Hohlspiegel, bey dem blos die Abweichung wegen der Kugelgestalt, aber nicht wegen der Farben ist. Dergleichen Vorrichtung heißt ein **Spiegeltelescop**, oder **Reflector**, telescopium catoptrico - dioptricum, welches eben so starke Vergrößerung giebt, als ein 12 bis 24 mahl längeres gemeines diotrisches Fernrohr. Es giebt davon 3 Arten:

1. das **Newtonische**; die Bilder des großen Hohlspiegels fängt ein ebener Spiegel auf, und sendet sie einem seitwärts angebrachten Ocularglase zu. Dieses ist in der Folge verschiedentlich, und zuletzt durch Herrn **Herschel**, verbessert worden, welcher es zu 7, 12, 20, 40 Fuß lang gemacht hat.

2. das **Gregorische**; die Bilder des großen Hohlspiegels fängt ein kleiner Hohlspiegel auf, und sendet sie, durch die Oefnung des großen, 2 Oculären zu. Neuerlich hat Herr *Rochon* ein Gregorisch Telescop $22\frac{1}{2}$ Fuß lang gemacht, welches nach dem 40füßigen **Herschelschen** das größte ist, was man bisher hat.

3. das **Cassegrainische** ist wie das Gregorische, nur daß anstatt des kleinern Hohlspiegels ein convexer Spiegel angebracht ist.

§. 81. **Anm.** 4. Wenn man das Objectivglas aus zweyerley Materien zusammensetzen kann, wovon die zweyte die Farben wieder vereinigt, welche die erste abgesondert hat; so hat man ein **achromatisches**, d. i. farbenloses Glas, dergleichen die **Dollondischen** doppelten oder dreyfachen Gläser sind, die aus Crown- und Flintglas §. 48. zusammengesetzt werden. Ein Fernrohr mit solchem Objectivglase kann, wie die Spiegeltelescope, kurz seyn, und doch stark vergrößern, auch eine große Apertur vertragen. Die Veranlassung zu dieser wichtigen Erfindung gab die Betrachtung des menschlichen Auges; wozu in David Gregorii elem. Catoptr. et Dioptr. Oxon. 1695. 8., am Schlusse des Buchs, pag. 98. so viel mir bekannt, der erste Vorschlag gegeben ward.

§. 82. Erkl. In dem Holländiſchen Fernrohre, welches unter allen Fernröhren zuerſt erfunden worden, iſt das Objectiv, wie immer, ein Sammlungsglas, das Ocular aber ein Zerſtreuungsglas; und beyder Abſtand von einander der Differenz ihrer Brennweiten gleich, daß (Fig. 66.) CG die Brennweite des Objectivs AB, und FG die Brennweite des Oculars ab iſt.

§. 83. Zuſ. 1. Das ſehr weit entlegene Object EV würde das Bild GH wie beym Sternrohre §. 67. machen, wenn nicht das hohle Ocular ab die convergirenden Strahlen noch vorher auffienge. Da nun dieſes in dem Abſtande der Focallänge FG geſchiehet: ſo werden die nach G und H gehenden Strahlen nach der Brechung ihrer Hauptſtrahlen GF und HF parallel laufen. §. 41. Das Auge dicht hinter dem hohlen Ocular empfängt alſo die Strahlen von E in der Richtung FG, und die von V in der Richtung DQ oder FH, als kämen letztere von einem Punkte P, der wie V über der Axe iſt; und ſiehet demnach das Object deutlich und aufrecht unter dem Winkel PFO = GFH.

§. 84. Zuſ. 2. Das Object EV würde ohne Gläſer unter dem Winkel ECV = GCH erſcheinen, da es durch die Gläſer dem Winkel GFH geſehen wird §. 83. Dieſe Winkel aber verhalten ſich wie FG : CG. Demnach iſt die Vergrößerung = $\frac{CG}{FG}$, wie beym Sternrohre §. 69.

§. 85.

§. 85. Zus. 3. Von den Hauptstrahlen, die aus O, wo sie sich vereinigen, herzukommen scheinen, kann das Auge nur so viele fassen, als auf einen Kreis des Oculars von der Größe des Augensterns fallen. Nur so groß also braucht die Oefnung des Oculars zu seyn, welches ein sehr kleines Gesichtsfeld giebt. §. 73. Deshalb ist das Holländische Fernrohr zu Beobachtungen unbrauchbar, und dient blos als Taschen-Perspectiv.

§. 86. Erkl. Das Erdrohr, tubus terrestris, hat, außer dem erhobenen Objective, 3 erhobene Oculare, und kann füglich als ein doppeltes Sternrohr angesehen werden. Denn von dem Bilde GH (Fig. 65.) zwischen den beyden Sammlungsgläsern AB, ab, kommen die Strahlen durch das erste Ocular ab in parallelen Richtungen auf ein zweytes Ocular, als kämen sie von einem weitentlegenen Objecte her. Durch ein drittes Ocular, dessen Abstand vom zweyten die Summe ihrer Brennpunkte beträgt, siehet das Auge das Bild GH, verkehrt, wie es einen weit entlegenen Gegenstand sehen würde, folglich das Object EV aufgerichtet.

§. 87. **Anm.** Letzteres ist blos der Endzweck der beyden hinzugefügten Oculare, ohne daß man eine neue Vergrößerung suchte, daher man sie von gleichen Brennweiten nimmt. Man macht auch Erdröhre mit 5 Ocularen in gleicher Absicht, wie das Sternrohr mit zweyen. §. 76.

§. 88. Erkl. Das zusammengesetzte Microscop mit einem erhobenen Oculare ist dem Sternrohre (Fig. 65.) ähnlich. Die microscopische Linse, als

Objectivglas, macht von einem kleinen Objecte EV, das davon etwas weiter als der Brennpunkt der Linſe R abſtehet, ein entferntes Bild GH im Brennpunkte des Oculars ab.

§. 89. Zuſ. Den Ort des Bildes GH findet man, wenn man ſetzt ER : CE = CR : CG §. 28. Außerdem iſt alles, wie beym Sternrohre, auch die Vergrößerung = $\frac{CG}{FG}$, welche man noch mit der Vergröſſerungszahl der Objectivlinſe, als ein einfaches Microſcop betrachtet, §. 62. multipliciren muß.

§. 90. Erkl. Das zuſammengeſetzte Microſcop mit einem hohlen Oculare iſt nach Art des Holländiſchen Fernrohrs (Fig. 66.) eingerichtet. Die microſcopiſche Linſe AB würde, wie §. 88, ein entferntes Bild GH machen, welches aber, ehe es zu Stande kömmt, vom hohlen Ocular ab, deſſen Brennweite FG iſt, aufgefangen wird; alles wie beym Holländiſchen Fernrohr, daher hier auch eben die Fehler. §. 85.

§. 91. Erkl. Das zuſammengeſetzte Microſcrop mit mehrern erhobenen Gläſern verſtattet mancherley Einrichtungen, wovon folgende die gewöhnlichſte iſt: die microſcopiſche Linſe macht, wie §. 88. 90, ein entferntes Bild. Dieſes wird, ehe es zu Stande kömmt, von einer Linſe, als Collectivglas §. 40, aufgefangen und zurückgezogen, daß es in dem Brennpunkte des Oculars ſtehe, wodurch man das Object deutlich und vergrößert erblickt.

6. Werkzeuge, welche Bilder machen.

§. 92. Das verfinsterte Zimmer, camera obscura, §. 32. wird zum Abzeichnen der Gegenstände noch bequemer eingerichtet, wenn man mittelst eines ebenen Spiegels die Bilder auf andre Stellen wirft, auch sie aufgerichtet darstellt. Der Spiegel ist unter einem Winkel von 45 Grad gegen den Horizont geneigt, und sendet das Licht, das er von einem Gegenstande empfängt, lothrecht dem Sammlungsglase zu, welches dann das Bild auf den Boden wirft. Wird die Spiegelfläche nach oben gekehrt: so sendet sie das empfangene Licht aufwärts dem Sammlungsglase zu, und das Bild erscheint an der Decke. Letzteres geschiehet auch, wenn der Spiegel das Bild, welches das Sammlungsglas macht, ehe es zu Stande kömmt, auffängt.

§. 93. Die Zauberlaterne, laterna magica, hat an der hintern Wand einen Hohlspiegel, welcher das Licht einer Lampe in seinem Brennpunkte parallel auf durchsichtige Glas-Gemählde sendet, die von einem Sammlungsglase etwas weiter, als sein Brennpunkt, abstehen; daher dann die Bilder der Glasgemählde vergrößert an die weiße Wand im verfinsterten Zimmer geworfen werden. Bedient man sich hiebey zweyer Sammlungsgläser: so stehet das eine näher beym Objecte, als seine Brennweite beträgt, damit das Licht zerstreuet werde, und ein geometrisches Bild entstehe, welches von dem zweyten Glase etwas weiter, als seine Brennweite, abstehet, damit

ein physisches Bild an der weißen Wand hervorgebracht werde.

§. 94. Nimmt man anstatt der Glas-Gemählde §. 93. einen kleinen durchsichtigen Gegenstand, welcher von einer microscopischen Linse etwas weiter als ihr Brennpunkt abstehet, und von einem Erleuchtungsglase das Sonnenlicht, das ein ebener Spiegel darauf sendet, verdichtet empfängt: so hat man das Sonnenmicroscop.

§. 95. Ist das erhobene Ocular des Sternrohrs (Fig. 65.) weiter als sein Brennpunkt von dem Bilde GH entfernt: so macht dieses Bild, als ein Gegenstand betrachtet, ein neues nochmahls verkehrtes Bild an der weißen Wand des finstern Zimmers, wodurch also der Gegenstand EV aufgerichtet dargestellet wird. Diese Vorrichtung heißt eine Projectionsmaschine; weil man sich ihrer bedient, eine Projection der Sonne zu machen, um ihre Flecken wahrzunehmen, desgleichen bey den Finsternissen. Hiezu könnte auch das Holländische Fernrohr (Fig. 66.) dienen, wenn man dessen hohles Ocular dem Bilde GH nähert; da dann der Gegenstand EV verkehrt abgebildet wird. §. 41.

Der erste Cursus der astronomischen Wissenschaften.

I. Die Astronomie: Die sphärische Astronomie.

1. Die gemeine Bewegung der Himmelskörper.

§. 1. Die 1ste Erfahr. Alle Sterne am Himmel erscheinen stets und allenthalben in gleichem Abstande vom Auge; und wir können aus dem bloßen Anblicke nicht wissen, ob der eine Stern uns näher als der andre sey.

§. 2. Zus. 1. Sind (Fig. 67.) A, B, zwey Sterne, O das Auge: so können wir den Abstand dieser Sterne von einander, oder ihre Weite, nicht anders beurtheilen, als aus dem Winkel ihrer scheinbaren Entfernung AOB, den die geraden Linien von den Sternen nach dem Auge machen, wie Opt. §. 41. Wo jeder Stern in den Schenkeln dieses Winkels stehe, sehen wir nicht. (Opt. §. 40.)

§. 3. Zus. 2. Ist OZ (Fig. 86.) die Verticallinie (Stat. §. 15.) durch das Auge O: so ist die Ebene ZOC, durch OZ und einen Stern C, auch vertical, und schneidet verlängert die wagrechte Ebene durch O in OH; da dann HOC die Höhe des Sterns C heißt, und dessen Ergänzung ZOC sein Abstand vom Scheitel.

§. 4. Zus. 3. Beschreibet man in der Ebene ZOH aus O mit beliebigem Halbmesser einen Kreis: so sind die Bogen HS, SZ, die Maaße dieser Winkel §. 3, und man kann sich anstatt des Sterns C den Punkt S vorstellen, der uns in eben der Lage, wie der Stern, erscheint.

§. 5. Zus. 4. Drehet sich der Quadrant HOZ um die Linie OZ, die man sich bis an den Himmel verlängert gedenke, als um eine Axe: so beschreibt er eine halbe Kugel, deren Mittelpunkt das Auge O ist, und die von dem Kreise, den OH beschreibt, oder dem Horizonte, begränzt wird.

§. 6. Zus. 5. Alle Sterne erscheinen uns so, als wären sie in den Punkten der hohlen Kugelfläche befindlich, wohin die Linien vom Auge nach den Sternen treffen; und man kann diese Punkte anstatt der Sterne nehmen, wenn blos von ihrer Lage gegen einander, und gegen bestimmte Gränzen die Rede ist.

§. 7. Zus. 6. Die Weiten der Sterne §. 2. und ihrer Höhen §. 3. werden wie Winkel in der Geometrie (Plan. §. 273.) gemessen.

§. 8.

§. 8. Foderung. Man soll die Höhen der Sterne auf das scharfste messen können.

Anm. Diese Aufgabe, zu deren Auflösung große und genaue Instrumente, scharfe Beobachtungen, und mancherley Handgriffe und Vortheile nöthig sind, erscheint hier blos als **Foderung**; da sie für die ersten Lehren der Astronomie zu schwierig und weitläuftig, und für den, der blos einen deutlichen Begriff von der Wissenschaft erhalten will, gar nicht nothwendig ist; der **practische Astronom** aber eigene, zu diesem Zwecke geschriebene, Bücher darüber zu Rathe ziehen, und durch fleißige Uebung sich die nöthigen Fertigkeiten darinn verschaffen muß. Nur etwas Weniges von dem Hauptinstrumente der Astronomen vorläufig hier zu erwähnen: so richten sie (Fig. 68.) einen in kleinere Theile genau abgetheilten und mit einem guten Tubus versehenen Viertelkreis oder **Quadranten** aus starkem Metall AOB, mittelst eines Lothes, vertical, und durch den zu beobachtenden Stern C, nach welchem sie durch den Tubus OD visiren; da dann der Bogen AD dem Bogen HS ähnlich, folglich das Maaß der Höhe des Sterns ist. Bequemer ist die Stellung des Quadranten, wenn man ihn um O drehet, und den an O b befestigten Tubus nach dem Stern C richtet, daß das von O frey herabhängende Loth den Bogen a d = AD abschneide. Für die Sonne bedient man sich auch des **Gnomons**, dessen Opt. §. 37. gedacht ist.

§. 9. Die 2te Erfahr. Bey einigen Sternen findet man den Abstand vom Scheitel 90 Grad; bey keinem Stern aber größer, das Auge mag auf der Erde hoch oder niedrig stehen; auch macht dieses für die Höhe eines Sterns in einerley Augenblicke gar keine Aenderung.

§. 10. Zus. 1. Der Horizont §. 5. begränzt also den sichtbaren Theil der Himmelskugel; und fällt entweder mit der Erdfläche, wenn sie eben ist, zusammen, oder berührt sie, wenn sie gebogen ist, im Orte des Auges.

§. 11. Zus. 2. Die Weite der Himmelskörper von uns muß so groß seyn, daß, in Vergleichung mit ihr, die größten Höhen, worauf wir kommen können, für nichts zu achten sind.

§. 12. Die 3te Erfahr. An einer Seite des Himmels (der Morgenseite) kommen immer neue Sterne im Horizonte zum Vorschein, (gehen auf) die von da immer weiter rücken, bis sie an der entgegengesetzten Seite (der Abendseite) wieder in den Horizont kommen, und verschwinden (untergehen). Zwischen den beyden Punkten ihres Auf- und Untergangs in der Mitte ist ihre Höhe am größten, die vorher immer zugenommen hatte, von da an aber immer abnimmt. Diese Bewegung, die alle Himmelskörper nach übereinstimmigen Richtungen haben, und täglich wiederholen, heißt die gemeine oder tägliche Bewegung, motus communis s. diurnus.

§. 13. Um diese Bewegung noch bestimmter zu beschreiben, sey (Fig. 69.) A der Aufgang, B der Untergang eines beliebigen Sterns, die das Auge O nach den Linien OA, OB, siehet, welche den Winkel AOB machen. Diesen halbire die Linie HOR, über welcher die verticale Ebene HPR errichtet sey: so wird man finden: daß die Sterne, welche den Horizont berühren, von der Morgenseite durch diese Ebene in D, wo sie die größte Höhe haben, nach der Abendseite übergehen; diejenigen aber, welche den Horizont

nie

nie berühren, von der Morgenseite her durch diese Ebene, wo sie die größte Höhe haben, nach der Abendseite zu, und von da wiederum durch diese Ebene, wo sie die kleinste Höhe haben, nach der Morgenseite zu gehen.

§. 14. Zus. In einer heitern Winternacht, da sich nur ein Stern zweymahl in vorgedachter verticalen Ebene zeigt, kann man seine größte und kleinste Höhe mR, nR, messen; hiedurch beyder Differenz, oder den Bogen m n erhalten, und nach dessen Mitte P die Linie OP richten, oder den Winkel ROP bestimmen.

§. 15. **Anm.** Obiges Verfahren, welches uns helfen soll, die genauere Beschaffenheit der täglichen Bewegung kennen zu lernen, muß für die erste Kenntniß in dieser Sache hinreichen; ob es gleich gewiß ist, daß sich die Lage der Linie HOR aus den Punkten des Auf- und Untergangs eines Sterns nicht mit gehöriger Schärfe, die man erst im Folgenden zu erwarten hat, bestimmen läßt.

§. 16. **Die 4te Erfahr.** Befestigt man eine Linie in der gefundenen Lage OP §. 14., die sich ohne diese Lage zu verändern, um O drehen läßt, und an ihr eine nach einem beliebigen Stern D oder m gerichtete Diopter: so kann man solchen Stern durch die Diopter beständig verfolgen, so daß z. E. bey dem Sterne m die Linie Om beym Umdrehen einerley Größe und einerley Neigung gegen OP behält.

§. 17. Zus. 1. Jeder Stern am Himmel scheint einen Kreis zu beschreiben, der seinen Mittelpunkt so wohl, als seine Pole in der Linie OP hat (Ster. §. 96.

§. 18. Zus. 2. Die Kreise, in denen die Sterne ihre tägliche Bewegung zu führen scheinen, (die Tagekreise) sind Parallelkreise, welche zusammen ein Paar Pole, (die Weltpole) die eine gerade Linie (die Weltaxe) verbindet, gemein haben; und von denen der größte (der Aequator) seinen Mittelpunkt in O hat. (Ster. §. 107.)

§. 19. Zus. 3. Es scheint uns also, als wären alle Sterne an der Fläche einer hohlen Kugel angeheftet, mit welcher sie sich um eine Axe dreheten, worinn das Auge als im Mittelpunkte der Kugel sich befände.

§. 20. Zus. 4. Diese Bewegung hat zwey unbewegliche Gränzen (Fig. 70.) innerhalb deren sie geschiehet. Die eine §. 5. ist der Horizont HOR. Die andre §. 13. ist ein Kreis aus der Himmelskugel Mittelpunkte C, durch die Weltpole P, p, und Scheitelpunkte Z, N, und heißt der Mittagskreis, meridianus, dessen Ebene die Mittagsfläche, planum meridiani, durch zwey unbewegliche Linien, die Weltaxe und Scheitellinie, gelegt, und daher unbeweglich ist.

§. 21. Zus. 5. Man kann sich also eine unbewegliche Kugelfläche vorstellen, worinn sich der Mittagskreis und Horizont befinden; und die bewegliche, die sich mit den Sternen in jener, als in ihrem äußern Gehäuse, umdrehet.

Anm. Es sind nämlich alle Punkte und Kreise am Himmel, die in Ansehung des Zuschauers ihre Stelle nicht verändern, in der unbeweglichen Kugelfläche; alle andre in der beweglichen.

§. 22.

§. 22. Zus. 6. Der Horizont HOR (Fig. 70.) dessen Pole die Scheitelpunkte Z, N, sind, theilt den Himmel in die sichtbare obere Halbkugel, worinn das Zenith Z, und in die unsichtbare untere, worinn das Nadir N ist. Der Aequator AOQ, dessen Pole die Weltpole P, p, sind, theilt den Himmel in die nördliche Halbkugel, worin der Nordpol P, der sich in unsern Gegenden über dem Horizonte befindet, und in die südliche, worin der Südpol p ist. Der Mittagskreis theilt den Himmel in die östliche und westliche Halbkugel.

§. 23. Zus. 7. Da die Weltaxe auf den Tagekreisen, und die Scheitellinie auf dem Horizonte senkrecht: so sind die Tagekreise und der Horizont auf dem Mittagskreise senkrecht. (Ster. §. 30.)

§. 24. Zus. 8. Da Aequator und Horizont größte Kreise sind: so halbiren sie einander, und schneiden auch den Mittagskreis durch den Mittelpunkt C, (Ster. §. 95.). Ihre Durchschnitte seyen AQ, HR, wovon jener auf Pp, dieser, oder die Mittagslinie, auf ZN senkrecht ist.

§. 25. Zus. 9. Da Aequator und Horizont auf dem Mittagskreise senkrecht sind §. 23: so schneiden sie einander in des Mittagskreises Polen (Ster. §. 102.) wovon der eine O auf der Morgenseite, der wahre Morgen oder Osten, der entgegengesetzte aber der wahre Abend oder Westen heißt; da dann OA, OD, OH, OR, (und so auch auf der Abendseite) Quadranten sind (Ster. §. 110.). Von den Punk-

ten, worinn die Mittagslinie HR den Mittagskreis trift, heißt der eine R in der nordlichen Halbkugel Mitternacht oder Norden, der andere H in der südlichen Mittag oder Süden. Diese mit jenen zusammen machen die vier Hauptgegenden aus.

§. 26. Erkl. Der scheinbare Horizont, adparens, ist, der außer dem Mittelpunkt der Himmelskugel C (Fig. 71.) mit dem wahren §. 5., der durch den Mittelpunkt gehet, parallel geführt wird. Sein Durchschnitt hr mit der Mittagsfläche heißt die scheinbare Mittagslinie, und ist der wahren HR §. 24. parallel (Ster. §. 13.)

§. 27. Zus. 1. Wäre unsere Erde eine mit dem Himmel concentrische Kugel: so gehet der wahre Horizont HR durch den Mittelpunkt der Erde C, der scheinbare hr aber durch einen Punkt ihrer Oberfläche A dem wahren parallel.

§. 28. Zus. 2. Die Erfahrung muß ausmachen, ob das Auge in A andere Erscheinungen hat, als es in C haben würde; welches nur Statt finden kann, wenn der Halbmesser der Erde CA gegen die Weite eines Himmelskörpers CR etwas beträchtlich ist. Denn der Abstand beyder Horizonte ist der Bogen Rr, das Maaß des Winkels rCR = ArC, welcher durch $\frac{CA}{Cr}$ bestimmt wird (Plan. §. 262.). Ist nun CA gegen Cr = CR, folglich $\frac{CA}{Cr}$ ungemein klein: so wird der Winkel ArC unempfindlich (Opt. §. 53.) und beyde Horizonte, die nicht mehr unterschieden werden können, fallen in eins.

§. 29.

§. 29. Die 5te Erfahr. Aus Vergleichung der Beobachtungen aller Zeiten und Orte erhellet, daß die meisten Sterne stets und allenthalben sich den Beobachtern in einerley Lage gegen einander zeigen. Z. E. Wenn 3 Sterne in den Spitzen eines gleichseitigen Triangels zu stehen scheinen: so erblickt man sie an allen Orten der Erde in dieser Lage, und hat sie darinn von den ältesten Zeiten her gesehen. Dergleichen Sterne scheinen also an der Himmelskugel von je her wie angeheftet, und heißen daher Fixsterne.

§. 30. Zus. Gegen die Weite der Fixsterne, die an allen Orten in einerley Lage erscheinen, ist die Größe der Erde für nichts zu achten. Wir sind daher überall im Mittelpunkte der Fixsternkugel, und der scheinbare Horizont ist hier von dem wahren nicht zu unterscheiden. §. 28.

§. 31. Erkl. Ein Scheitelkreis ZB (Fig. 72.) heißt, der durch die Scheitelpunkte und einen Stern S gehet. Der erste Scheitelkreis, verticalis primarius, gehet durch die Scheitelpunkte und den wahren Morgen O.

§. 32. Zus. 1. Der Scheitelkreis ist auf den Horizont senkrecht, und der Bogen ZB vom Zenith bis Horizont ein Quadrant; weil die Scheitelpunkte des Horizonts Pole sind.

§. 33. Zus. 2. Der Bogen des Scheitelkreises vom Horizonte bis zum Stern, BS, heißt des Sterns Höhe oder, wenn der Stern noch unter dem Horizont

zont ist, seine Tiefe. Das Complement der Höhe SZ giebt den Abstand vom Scheitel.

§. 34. **Anm.** Der Bogen, wie BS, ist das Maaß der Neigung einer Linie gegen den Horizont, die aus dem Mittelpunkte C nach dem Sterne S gehet, §. 3. Und eben so sind alle Bogen größter Kreise, die hier betrachtet worden, Maaße von Winkeln am Mittelpunkte der Himmelskugel C.

§. 35. Zus. 3. Die Mittagshöhe eines Sterns ist seine Höhe im Meridian. Man sagt alsdenn, daß er culminire, und unterscheidet die obere und untere Culmination, wenn er seinen kleinsten und größten Abstand vom Zenith hat.

§. 36. Zus. 4. Die Polhöhe PR, macht mit der Aequators Höhe AH einen Quadranten; weil HZR = 180°, und PA = 90°, folglich PR + AH = 90°.

Es ist aber die Aequators Höhe AH das Maaß des Winkel AOH, den der Aequator mit dem Horizont macht. (Ster. §. 110.)

§. 37. Zus. 5. Man findet nach §. 14. die Polhöhe PR, und dadurch §. 36. die Aequators Höhe AH; auch, daß sich diese Höhen an einem Orte, wenigstens in langer Zeit, nicht ändern. Das genauere hiezu im Folgenden.

§. 38. Erkl. Ein Kreis PD (Fig. 72.) durch die Weltpole P und einen Stern S, (der also auf dem Aequator AQ senkrecht stehet, und wovon PD ein Quadrant ist) heißt ein Abweichungskreis, circulus declinationis; und DS, sein Bogen zwischen dem Aequator und dem Sterne, dessen Abweichung, declinatio, welche nordlich oder südlich ist, je nachdem

dem der Stern auf jener oder dieser Seite des Aequators stehet.

§. 39. Erkl. Der Abstand eines Sterns S (Fig. 72.) vom Mittagskreise, ist der Winkel APD, welchen sein Abweichungskreis mit dem Mittagskreise macht, und dessen Maaß der Bogen des Aequators AD ist. Das Azimuth eines Sterns S ist der Bogen des Horizonts BH, oder BR, zwischen seinem Scheitelkreise und dem Mittagskreise, welcher das Maaß des des Winkels HZB oder RZB ist, den der Scheitelkreis mit dem Meridian macht.

§. 40. Zus. Macht man PM=PS: so beschreibt ein Stern S, der seine Abweichung nicht ändert, wenn er nach dem Meridian gehet, den Bogen seines Tagekreises SM, welcher dem Bogen AD §. 39. ähnlich ist. (Ster. §. 109.)

§. 41. Lehrs. Der Mittagskreis halbirt allemahl den Winkel zwischen zwey Scheitelkreisen, worinn ein Stern S (Fig. 72.) gleiche (übereinstimmende, correspendentes) Höhen hat.

Bew. In dem sphärischen Triangel PZS (Ster. §. 111.) sind die Seiten PZ, SP, SZ, die Complemente der Polhöhe RP, der Höhe des Sterns BS, und seiner Abweichung DS, immer dieselben, man mag ihn auf der Morgen- oder Abendseite des Mittagskreises nehmen. Demnach sind auch die Winkel bey P und Z zu beyden Seiten dieselben.

§. 42. Zus. Die Bogen AD, HB, oder die Maaße jener Winkel, sind folglich zu beyden Seiten

auch einander gleich, d. i. der Stern S hat bey übereinstimmenden Höhen auf beyden Seiten des Mittagskreises einerley Abstand vom Mittagskreise, und einerley Azimuth §. 39.

§. 43. **Anm.** Weiß man Triangel aufzulösen, d. i. aus drey gegebenen Dingen eines Triangels die übrigen durch Rechnung zu finden, welches die **Trigonometrie** lehret: so lassen sich von den 5 Dingen: Polhöhe, Abweichung, Höhe, Abstand vom Meridian, Azimuth, jede 2 aus den 3 übrigen berechnen. Hier, wo noch keine Trigonometrie vorausgesetzt worden, muß man sich begnügen, die Möglichkeit der Auflösung einer trigonometrischen Aufgabe nur allgemein einzusehen, und das, was andre trigonometrisch gefunden haben, so lange historisch anzunehmen, bis man dergleichen Rechnungen selbst führen kann; welches auch in andern Fällen der practischen Astronomie nicht anders zu machen ist.

§. 44. **Aufg.** Die Mittagslinie eines Orts zu finden.

Auflös. Auf beyden Seiten der Mittagsfläche, deren Lage sich nach dem Augenmaaße ohngefehr bestimmen läßt, messe man verschiedene Höhen eines Sterns um ein Paar übereinstimmende zu erhalten, und halbire den Winkel zwischen den Scheitelkreisen, in denen diese Höhen gefunden werden: so hat man die Lage der Mittagsfläche §. 41., deren Durchschnitt mit dem Horizont die Mittagslinie §. 24. giebt.

§. 45. **Anm.** Zuverlässiger ist diese Bestimmung, wenn man sie aus mehrern Paaren übereinstimmender Höhen herleitet, und, wenn dies kleine Unterschiede giebt, das Mittel daraus nimmt.

§. 46. **Zus.** Ein Fernrohr, das sich in der Mittagsfläche drehen läßt, ein Mittagsfernrohr, instrument de passages, dient, Durchgänge der Himmelskörper durch die Mittagsfläche zu beobachten. Ein Quadrant in der Mittagsfläche befestigt, ein

Mauer-

Mauerquadrant, quadrans Tychonicus, giebt zugleich die Mittagshöhen.

§. 47. Aufg. Die Polhöhe eines Orts zu finden.

Auflös. Nachdem man die Lage der Mittagsfläche §. 45. genau gefunden, verfahre man wie §. 14. von einem Sterne, der nicht untergehet, messe man die größte und kleinste Mittagshöhe, und addire die Hälfte des Unterschieds zu der kleinsten Höhe: so giebt diese Summe die verlangte Polhöhe, und deren Ergänzung die Aequatorshöhe. §. 36. Z. E. Für Paris ist die Polhöhe 48° 50, folglich die Höhe des Aequators 41° 10′.

§. 48. Aufg. Die Abweichung eines Sterns zu finden.

Auflös. Man messe die Mittagshöhe des Sterns: so ist der Unterschied zwischen ihr und der Höhe des Aequators die Abweichung des Sterns, und zwar nördlich oder südlich, je nachdem die Mittagshöhe des Sterns größer oder kleiner, als die Höhe des Aequators ist. Z. E. (Fig. 72.) des Sterns S Mittagshöhe ist HM, die Höhe des Aequators aber HA; daher des Sterns nördliche Declination = HM — HA = AM.

§. 49. Zus. 1. Die Ergänzung der Abweichung PM ist sein Abstand vom Pol. Diejenigen Sterne, deren Abstand vom Pol kleiner als die Polhöhe eines Orts ist, gehen dem Orte nicht unter, und haben im Meridian ihre größte und kleinste Höhe, indem

ihre Höhe von dem untern Durchgange bis zum obern immer zunimmt, von dem obern aber bis zum untern abnimmt. Sterne, welche untergehen, haben bey dem untern Durchgang durch den Meridian ihre größte Tiefe. Diejenigen Sterne, deren Abstand vom entgegengesetzten Pole kleiner ist, als dessen Tiefe unter dem Horizont eines Orts, gehen dem Orte nicht auf.

§. 50. Zus. 2. Ist die Abweichung eines Sterns bekannt: so findet man daraus die Höhe des Aequators, folglich auch die Polhöhe.

2. Die eigene Bewegung einiger Himmelskörper, und insbesondre der Sonne.

§. 51. Die 6te Erfahr. Bemerken wir die Fixsterne, bey denen der Mond heute stehet: so finden wir sie am folgenden Tage westwärts vom Monde, diesen aber bey andern Fixsternen, die ihm gestern östlich waren. Auf eben die Art erscheint der Mond täglich immer weiter nach Osten zu, bis man ihn nach ohngefähr 27 Tagen bey eben den Sternen wieder erblickt, wo man ihn am ersten Abend sahe.

§. 52. Zus. Der Mond ☽ scheint nebst der täglichen Bewegung von Osten nach Westen, auch noch eine entgegengesetzte von Westen nach Osten zu haben, mit der er innerhalb etwa 27 Tagen um die Erde kömmt.

§. 53. Erkl. Eine solche Bewegung wie §. 52. heißt eine eigene Bewegung, motus proprius, und ein Himmelskörper, der diese Bewegung hat, ein Planet; die Zeit aber, binnen welcher er mit dieser Bewegung von einem Orte bis wieder an denselben Ort kömmt, seine Umlaufszeit, periodus.

§. 54. Die 7te Erfahr. Nächst dem Monde hat man dergleichen eigene Bewegung bisher an 6 Sternen bemerkt. Diese sind nebst ihren ohngefähren Umlaufszeiten: ♅ Uranus 84 Jahr; ♄ Saturnus 30 J.; ♃ Jupiter 12 J.; ♂ Mars 2 J.; ♀ Venus $\frac{3}{4}$ J.; ☿ Mercurius $\frac{1}{4}$ J.

§. 55. Anm. ♅, den erst 1781 Herr D. Herschel für einen Planeten erkannt hat, ist nicht mit bloßen Augen zu sehen; ♄ erscheint blaß, ♃ glänzend; ♂ röthlich; ♀ und ☿ entfernen sich nie über 47 und 28 Grad von der Sonne; auch zeichnet sich ♀ vor allen durch vorzüglichen Glanz aus, und heißt auch **Morgen-** und **Abendstern**, Lucifer et Hesperus, nachdem sie bey der täglichen Bewegung vor der Sonne vorangeht oder ihr folgt. Durch Fernröhre erscheinen die Planeten vergrößert, welches bey den Fixsternen nicht Statt findet. Am genauesten erkennt man sie an den Gesetzen ihrer eigenen Bewegung, wovon aber erst im Folgenden gehandelt werden kann.

§. 56. Die 8te Erfahr. Die Fixsterne, die heute kurz nach der Sonne untergehen, sind nach einigen Tagen mit oder gar vor der Sonne untergegangen; und andre, die am ersten Abend weiter östlich waren, haben nun die Stellung der ersten gegen die untergehende Sonne. Auf eben die Art kommen immer weiter ostwärts gelegene Sterne in diese Stellung, bis nach ohngefähr 1 Jahre, oder

365 Tagen, dieselben Fixsterne, wie am ersten Abend, wieder kurz nach der Sonne untergehen.

§. 57. Zus. 1. Die Sonne ⊙ scheint also nebst der täglichen, auch noch eine eigene Bewegung zu haben, mit der sie nach 365 Tagen um die Erde kömmt.

§. 58. Zus. 2. Aus dem Fortrücken der Sonne von westlichen Fixsternen nach östlichern folgt, wie auch als Erfahrung angenommen werden kann: daß die Fixsterne, die heute kurz nach Untergang der Sonne aufgehen, nach einigen Tagen, kurz nach Untergang der Sonne, höher gerückt sind, und andre, die zuvor östlicher waren, nunmehr aufgehen; desgleichen, daß die Fixsterne, die heute kurz vor Aufgang der Sonne aufgehen, nach einigen Tagen, kurz vor Aufgang der Sonne, höher gerückt sind, und andre, die zuvor östlicher waren, nunmehr aufgehen.

§. 59. Die 9te Erfahr. Aus den fleißig beobachteten Mittagshöhen der Sonne findet man, daß sie zweymahl im Jahre den 20 März (Frühling) und 20 September (Herbst) im Aequator ist, oder keine Declination hat. Diese ist vom Frühling bis Herbst nördlich, vom Herbst bis Frühling südlich. Jede nimmt bis auf eine gewisse Gränze zu, wo sie am größten ist, und von da wieder ab. Ist die Sonne im Aequator: so geht sie im wahren Morgen und Abend auf und unter. Bemerkt man die Fixsterne, die zu der Zeit im

Früh-

Frühling und die im Herbst bey der Sonne (oder auf ihrer entgegengesetzten Seite) sich befinden: so findet man, daß solche um 180 Grad von einander abstehen.

§. 60. Zus. Der Mittelpunkt der Sonne scheint also in einem Jahre mit eigener Bewegung fortzurücken, in einem Kreise, der den Aequator in zwey um den Durchmesser der Himmelskugel von einander abstehenden Punkten schneidet, folglich ein größter Kreis ist.

§. 61. Erkl. Dieser Kreis §. 60. heißt die Sonnenbahn oder die Ecliptik (von den Finsternissen (eclipses), welche ☉ und ☽ in ihm leiden) und ihr Winkel mit dem Aequator, den ihre größte Abweichung mißt, die Schiefe der Ecliptik.

§. 62. Erkl. Aequinoctialpunkte sind die Durchschnitte der Ecliptik und des Aequators; und zwar Frühlingspunkt, 20 März von da die Abweichung nördlich, Herbstpunkt, 20 September, von da sie südlich wird. Die Zeit, wenn die Sonne in beyden Punkten ist, heißt die Nachtgleiche, aequinoctium.

§. 63. Erkl. Solstitialpunkte sind, worinn die Sonne ihre größte Abweichung hat; und zwar Sommerpunkt, 21 Jun., wenn ihre größte Abweichung nördlich, Winterpunkt, 21 Dec., wenn sie südlich ist.

§. 64. Erkl. Ein himmlisches Zeichen, signum, heißt jeder zwölfte Theil der Ecliptik, oder 30 Grad.

Sie werden vom Frühlingspunkt an nach dem Gange der Sonne von Abend nach Morgen gezählet und sind 1) nördliche aufsteigende, oder Frühlingszeichen: ♈ aries, Widder; ♉ taurus, Stier; ♊ gemini, Zwillinge, 2) nordliche absteigende, oder Sommerzeichen: ♋ cancer, Krebs; ♌ leo, Löwe; ♍ virgo, Jungfrau; 3) südliche absteigende, oder Herbstzeichen: ♎ libra, Wage; ♏ scorpius, Scorpion; ♐ sagittarius, Schütze. 4) Südliche aufsteigende, oder Winterzeichen: ♑ capricornus, Steinbock; ♒ aquarius, Wassermann; ♓ pisces, Fische.

§. 55. Zus. Die Zeichen müssen also in der genannten Ordnung auf- und untergehen; und man kann die Bewegungen am Himmel, von Morgen nach Abend, und von Abend nach Morgen, welche an verschiednen Oertern der Erde verschiedentlich ausfallen können, allgemeiner und bestimmter unterscheiden, wenn man von dieser sagt, daß sie nach der Ordnung; von jener, daß sie gegen die Ordnung der Zeichen geschehe.

§. 66. Erkl. Ein Bogen der Ecliptik vom Frühlingspunkte an, nach der Ordnung der Zeichen genommen, bis an den jedesmaligen Ort der Sonne, heißt ihre Länge, und wird nach den Zeichen und deren Graden ausgemessen.

§. 67. Lehrs. Aus der Schiefe der Ecliptik läßt sich die Abweichung eines jeden ihrer Punkte bestimmen.

Bew.

Bew. Es sey (Fig. 73.) AZ der Aequator, EL die Ecliptik, LVZ ihre Schiefe, PG der Abweichungskreis durch F, der folglich auf VZ senkrecht: so sind in dem rechtwinklichten Triangel VGF zwey Winkel bey G und V, und eine Seite VF bekannt, woraus sich also FG oder die Abweichung des Punkts F trigonomisch berechnen läßt. §. 43.

Ist die Länge VL ein Quadrant: so ist die Abweichung LZ die größte, also das Maaß von der Schiefe der Ecliptik, welche nach der nächstfolgenden Aufgabe 23° 28′ gefunden wird.

Anm. Man darf nur die Abweichungen für den ersten Quadranten VL berechnen: so hat man sie auch für die 3 übrigen Quadranten.

§. 68. Zus. 1. Hienach hat man gefunden, daß die Abweichung 23′ 53″, wenn die Länge der Sonne 1 Grad ist; und daß sie 23° 27′ 44″ also nur 15″ von der größten verschieden sey, wenn die Länge 89 oder 91 Grad ist.

§. 69. Zus. 2. Die Sonne durchläuft die Ecliptik, (also 360 Grad) in 365 Tagen §. 57, welches auf jeden im Durchschnitt noch nicht völlig 1 Grad macht. Zu dieser täglichen Veränderung in der Länge gehört eine Veränderung in der Abweichung, welche um die Nachtgleichen etwa 24′, um die Solstitien aber nur 15″, und überhaupt immer weniger beträgt, je näher die Länge der ☉ dem Quadranten kömmt. §. 68.

§. 70. Zus. 3. Will man die Mittagslinie §. 44. aus übereinstimmenden Sonnenhöhen finden:

so muß man dazu die Zeit der Solstitien (am besten des Sommersolstitiums) wählen, wo sich die Abweichung wenigstens in einem Tage nicht merklich ändert §. 69; damit das auch von der ☉ gelte, was §. 41. von den Fixsternen angenommen worden.

§. 71. **Anm.** Man findet aber übereinstimmende Sonnenhöhen, (am besten durch den Quadranten, doch auch noch richtig genug) durch gleiche Schattenlängen auf folgende Art: Auf einer wagrechten Ebene beschreibe man aus einem willkührlichen Punkte, einen Kreisbogen, und bemerke Vor- und Nachmittags die Punkte, darin sich die Schatten, die ein lothrechter Stift im Mittelpunkte wirft, endigen; da dann die Sonne gleiche Höhen hat, (Opt. §. 33.) und die Halbirung des Winkels, den die Linien vom Mittelpunkte nach den 2 bemerkten Punkten einschließen, die Lage der Mittagslinie giebt §. 24. Zu mehrerer Sicherheit kann man noch mehrere Paare gleich langer Schatten suchen. §. 45. Außer der §. 70 bestimmten Zeit, muß man Verbesserungen bey den übereinstimmenden Sonnenhöhen anbringen.

§. 72. Aufg. Die Schiefe der Ecliptik zu finden.

Aufl. Einige Tage um das Sommersolstitium messe man die Mittagshöhen der Sonne, bis sie wieder abnehmen. Die gefundne größte Mittagshöhe giebt die größte Abweichung §. 63, oder die Schiefe der Ecliptik. §. 61. Denn wenn auch das Solstitium nicht gerade auf den Mittag fiel: so ist doch nach §. 69. die Veränderung der Abweichung zu der Zeit nur gering, daß der Fehler nicht über $\frac{1}{2}$ Minute betragen kann.

§. 73. **Anm.** Neuere Beobachtungen zeigen, daß solcher Fehler noch viel geringer ist, folglich diese Methode noch besser sey, als wenn man den Unterschied zwischen der größten und kleinsten Mittagshöhe um den Sommer und Winterpunkt nimmt, und halbirt. Denn die Refraction, wovon unten das nöthige, ist bey uns im Sommer und Winter gar zu sehr verschieden; für Beobachtungen aber nahe beym Aequator wäre die letztere Methode gut.

§. 74.

§. 74. Zus. Jetzt findet man die Schiefe der Ecliptik 23° 28′; ehedem hat man sie immer desto größer gefunden, je weiter die Zeiten von uns entfernt sind, z. E. im vorigen Jahrhunderte 23°, 29′ und 230 Jahr vor Christo 23° 51′ 20″. Hieraus ist zu schließen, daß sie abnehme. Herr de la Lande setzt für unsre Zeiten diese Abnahme auf 1′ 28″ in 100 Jahren.

§. 75. Erkl. **Wendekreise**, tropici, heißen die Tagekreise der Sonne in den Solstitien; und zwar des **Krebses** und des **Steinbocks**, cancri et capricorni.

§. 76. Erkl. **Polarkreise** heißen die Tagekreise, welche die Pole der Ecliptik beschreiben, deren Jeder von seinem Weltpole um die Schiefe der Ecliptik abstehet.

§. 77. Erkl. **Coluren** der Nachtgleichen und Solstitien sind größte Kreise durch die genannten Punkte und die Weltpole.

§. 78. Erkl. Der **Thierkreis**, Zodiacus, ist ein Streifen (Zona) an der Himmelskugel, den zwey mit der Ecliptik (9 bis 10 Grad auf jeder Seite) parallel geführte Kreise einschließen, und den Raum bestimmen, worin die Planeten eingeschränkt sind. Er wird mit der Ecliptik in einerley Zeichen eingetheilt.

§. 79. Erkl. Die **Ringkugel** sphaera armillaris, ist eine Kugel, die aus dem Aequator, Meri-

ridian, Horizont, Thierkreise, den Coluren, Wende- und Polarkreisen gehörig zusammengefügt ist.

3. Das Maaß der Zeit.

§. 80. Die 10te Erf. Die Zeit zwischen zwey nächsten obern Culminationen eines Fixsterns, die man an einer gleichmäßig gehenden Uhr bemerkt, bleibt sich immer gleich.

Zus. Diese Zeit heißt ein Sterntag, dies primi mobilis, s. fixarum, und wird in 24 Stunden, die Stunde in 60 Minuten u. s. w. eingetheilt. Dies alles nennt man Sternzeit.

§. 81. Die 11te Erf. Beobachtet man die Zeiten, da 2 Fixsterne im Aequator culminiren: so verhält sich ihre Weite zum ganzen Umfange des Aequators, wie die Zeit zwischen ihren Culminationen zum ganzen Sterntage.

§. 82. Zus. 1. Die Himmelskugel dreht sich also um die Weltaxe gleichförmig um, so daß sich der Abstand eines jeden Fixsterns vom Mittagskreise §. 39. wie die Zeit verhält, die er braucht, von da in den Mittagskreis zu kommen; wie auch die Erfahrung lehrt.

§. 83. Zus. 2. Daher heißt der Winkel, der solchen Abstand bestimmt §. 39, der Stundenwinkel, dessen Maaß der Zeitbogen, und der Abweichungskreis durch den Stern der Stundenkreis.

§. 84. Zus. 3. Hienach lassen sich Sternzeit und Bogen des Aequators gegenseitig in einander ver-

verwandeln, wenn man sezt: 360 Grad zum Zeitbogen, wie 24 Stunden zur Zeit; und, 24 Stunden zur Zeit, wie 360 Grad zum Zeitbogen.

§. 85. **Anm.** So findet man für 15 Grad in Bogen 1 Stunde Zeit; folglich

für 1° in Bogen	4 Minuten Zeit	für 1 Stunde	15°
1′	4 Sec.	1 Min.	15′
1″	4 Tert ꝛc.	1 Sec.	15″ ꝛc.

§. 86. **Erkl.** Die gerade Aufsteigung, ascensio recta, eines Himmelskörpers ist der Bogen des Aequators, nach der Ordnung der Zeichen genommen, zwischen dem Frühlingspunkte und dem Abweichungskreise des Himmelskörpers, oder dem Punkte des Aequators, der mit dem Himmelskörper zugleich culminirt.

So ist z. E. (Fig. 73.) VG die gerade Aufsteigung der Sonne für ihren Ort in F.

§. 87. **Lehrs.** Aus der Schiefe der Ecliptik läßt sich die gerade Aufsteigung eines jeden ihrer Punkte bestimmen.

Bew. In dem rechtwinklichten Triangel VGF (Fig. 73.) sind 2 Winkel bey G und V und 1 Seite VF bekannt; woraus sich VG, oder die gerade Aufsteigung des Punktes F, trigonometrisch berechnen läßt. §. 43.

Anm. Ist die Länge der ☉ zwischen 90 und 180 Grad: so nimmt man die Schiefe im Herbstpunkte, und die Schenkel des Winkels, was der Länge und geraden Aufsteigung noch an 180 Grad fehlt; und so auf ähnliche Art bei den übrigen Fällen.

§. 88. **Zus.** 1. Hat man aus der Mittagshöhe der Sonne ihre Abweichung FG gefunden §. 48, und ken-

kennet die Schiefe der Ecliptik V: so läßt sich daraus im △ VGF ihre Länge VF, und ihre gerade Aufsteigung VG berechnen §. 87.

Anm. Dieses Verfahren ist nahe um die Solstitien unsicher, aber um die Nachtgleichen brauchbarer. §. 69.

§. 89. Zus. 2. Die Zunahme in der geraden Aufsteigung der Sonne von einem Mittag zum andern läßt sich nach §. 88. berechnen; sicherer aber und bequemer durch Beobachtung finden, wenn man an einer Uhr, welche Sternzeit anzeigt, die Zeit am ersten und am zweyten Mittag bemerkt, und ihren Unterschied in Bogen des Aequators verwandelt. §. 85.

§. 90. Die 12te Erf. Die Zunahme in der geraden Aufsteigung der Sonne findet man nicht für jeden Tag einerley. Sucht man sie nach §. 89. für 2 entfernte Mittage (die z. E. 1 Jahr von einander entfernt sind) und dividirt sie mit der Zahl der dazwischen verflossenen Tage: so erhält eine mittlere Größe die Zunahme, die man auf diesem Wege für einen Sterntag 59 Min. 8 Sec. in Bogen gefunden hat.

§. 91. Zus. 1. Die Zeit von einem Mittag zum nächsten, oder der wahre Sonnentag, dies verus, ist so viel länger als ein Sterntag, §. 81. so viel Zeit die Zunahme in der geraden Aufsteigung gebraucht, durch den Mittagskreis zu gehen. Da nun diese Zunahme veränderlich ist §. 90: so ist der Unterschied zwischen den wahren Sonnentagen und den Sterntagen auch veränderlich. Für eine mittlere Zunah-

nahme aber würde solcher Unterschied beständig seyn, so daß jeder Sonnentag so viel länger als ein Sterntag wäre, so viel Zeit die mittlere tägliche Zunahme der geraden Aufsteigung, nämlich 59 Min. 8 Sec. gebrauchte durch den Mittagskreis zu gehen, d. i. 3′ 56″ 32‴ Sternzeit §. 85. Ein solcher Tag, der den Sterntag um 3′ 56″ 32‴ oder 236, 53 Sec. Sternzeit übertrift, heißt ein mittlerer Sonnentag, dies medius, und dessen Theile mittlere Zeit, temdus mepium.

§. 92. Zus. 2. Da zu einem Sterntage, oder 86400 Sec. noch 236, 53 Sec. auch in Sternzeit hinzukommen müssen, wenn sie einen mittlern Sonnentag, oder 86400 Sec. mittlere Zeit ausmachen sollen §. 91: so sind 86636, 53 Sec. Sternz. = 86400 Sec. mittlere Zeit, folglich, nach der Regel detri, 86400 Sec. Sternz. oder ein Sterntag = 86164 Sec. mittlere Zeit = 23 St. 56 Min. 4 Sec. mittl. Zeit.

§. 93. Zus. 3. Hieraus lassen sich Tafeln berechnen, um Sternzeit, mittlere Zeit, und Bogen des Aequators in einander zu verwandeln. Z. E. will man wissen, wie viel mittlere Zeit zu einem Bogen des Aequators von 60 Grad gehöre: so setzt man 360 : 60 d. i. 6 : 1 = 23 St. + 56 M. + 4 S. : X, folglich ist für 60° $X = \frac{23\,St. + 56\,M. + 4\,S.}{6}$.

= 3 St. + 59 M. + 21 Sec. folglich für 60′ oder 1° +
= 3 M. + 59 S. + 21 T. u. s. w. Wollte man für

1 Stunde mittlere Zeit den zugehörigen Bogen des Aequators ♈ wissen: so setze man 23 St. + 56 M. + 4 S: 1 St. = 360°: ♈.

§. 94. Zus. 4. Die Uhren, welche stets einen gleichförmigen Gang, den ihnen das Pendel giebt, haben müssen, sind so eingerichtet, daß sie entweder Sternzeit oder mittlere Sonnenzeit weisen, und können nach obigen geprüft werden. Hiezu beobachtet man die Zeit zwischen zwey Culminationen eines Fixsterns. Findet man nun diese genau 24 St., oder 23 St. + 56 M. + 4 S: so zeigt die Uhr im ersten Falle Sternzeit, im zweyten mittlere Zeit. Thut sie dies nicht: so kann man sie, wenn sie zu schnell gehet, durch Verlängerung, oder wenn sie zu langsam gehet, durch Verkürzung des Pendels stellen. Wenigstens, welches schon genug ist, kann man aus der Beobachtung wissen, wie viel die Uhr fehle, und ob sie gleichförmig gehe.

§. 95. **Anm.** Die Zeit der Culmination beobachtet man entweder unmittelbar §. 46, oder durch übereinstimmende Höhen. Eben dies gilt auch von der Beobachtung des wahren Mittags, wobey aber §. 71. zu vergleichen.

§. 96. Zus. 5. Da man den Augenblick einer Beobachtung immer in wahrer Sonnenzeit angiebt: so muß man die mittlere Zeit, welche die Uhr weiset, auf wahre Zeit bringen können, welches sich am besten an einem Beyspiele zeigen läßt. Z. E. Bey Anfang einer Mondfinsterniß zeige die Uhr 3 St. 40 M. 45 S. und man will dies in wahrer Zeit wissen?

1) Am wahren Mittage, der vorher ging, und den man nach §. 95. beobachtet, wies die Uhr 6 St. + 14 M. + 6 S. welches von 12 Stunden subtrahirt giebt 5 St. + 45 M. + 54 S. wozu addirt obige 3 = 40 = 45 =

die Summe 9 = 26 = 30 = macht, als der Anfang der Mondfinsterniß nach dem wahren Mittage in Uhrzeit. (Hieraus sieht man, daß die Uhr nicht erst zu stellen ist, wenn sie nur während der Zeit gleichförmig gehet.)

2) Zeigte die Uhr am Mittage, der darauf folgt, wieder eben so viel, als am vorhergehenden: so zeigte sie wahre Sonnenzeit, und man hätte in (1) das Verlangte gefunden. Sie zeigt aber verschieden, nämlich

am vorhergehenden Mittage 6 St. + 14 M. + 6 S.
am folgenden 6 St. + 17 M. + 50 S.

folglich der wahre ⊙tag größer 3 M. + 44 S.

3. Demnach sind 24 St. + 3 M. + 44 S. mittlere Zeit = 24 Stunden wahre Zeit, womit man wie mit Sternzeit verfährt §. 92, und darnach die in (1) gefundene Uhrzeit in wahre Sonnenzeit verwandelt.

§. 97. **Anm.** Bey Angabe des Jahres, Monats und Tages, hat man den **bürgerlichen Tag**, der sich mit Mitternacht oder der unter Culmination der Sonne anfängt, und 2 mal 12 Stunden zählt, von dem **astronomischen** zu unterscheiden, der sich mit Mittag oder der obern Culmination der Sonne anfängt, und 24 Stunden in einem fortzählt. Z. E. der 3te März Vormittags um 10 Uhr ist astronomisch, der 2te März 22 Uhr; aber der 3te

März Nachmittag um 3 Uhr ist auch astronomisch so. Auch hat man bey Summirung der Zeiträume **verflossene Zeit**, completum, und **laufende**, currens, wohl zu unterscheiden. Denn Stunden, Minuten u. s. w. zählt man, wenn sie verflossen sind; Jahrhunderte, Jahre, Monate und Tage aber, sobald sie ihren Anfang genommen haben.

§. 98. Zus. 6. Da man das Gesetz nicht angeben kann, nach welchem die Sonne ihre Rectascension von einem Mittag zum nächsten Mittag verändert: so nimmt man an, daß diese Veränderung einen Tag über gleichförmig geschehe; weil sonst in den kleinern Zeittheilen diese Veränderung gar nicht anzugeben wäre, auch hieraus kein merklicher Fehler entstehen kann. Alsdann aber beträgt der Stundenwinkel der Sonne in wahrer Sonnenzeit eben so viel, als der Stundenwinkel der Fixsterne in Sternzeit §. 83. 85; und man kann aus der für eine Beobachtung §. 96. gefundnen wahren Sonnenzeit finden, was für einen Winkel mit dem Mittagskreise der Stundenkreis der Sonne in solchem Augenblicke machte.

§. 99. Erkl. Die **Morgenweite**, amplitudo ortiva, eines Sterns F (Fig. 72.) ist der Bogen des Horizonts OF vom wahren Morgen bis zum Ort seines Aufgangs; seine **Abendweite**, ampl. occidua, der Bogen des Horizonts von wahren Abend bis zum Ort seines Untergangs. Die schiefe **Aufsteigung**, ascensio obliqua, eines Sterns F ist der Bogen des Aequators VO vom Frühlingspunkte nach der Ordnung der Zeichen bis an den Punkt des Aequators, der mit dem Sterne aufgehet; seine schie-

fe

se Absteigung, descensio obliqua, der Bogen des Aequators, von V bis an den Punkt, der mit dem Sterne untergehet. Der Aufsteigungs-Unterschied, differentia ascensialis, OG, ist der Unterschied zwischen der geraden Aufsteigung VG und schiefen VO. Der halbe Tagebogen, arcus semidiurnus, ist der Bogen AG für den Stern F im Horizonte.

§. 100. Zus. 1. Im rechtwinklichten △ OGF läßt sich aus der Aequatorshöhe O und Abweichung FG, OF und OG finden; da dann VG — OG = VO ist.

§. 101. Zus. 2. Der halbe Tagebogen ist das Maaß der Zeit vom Aufgange des Sterns an bis er in den Meridian kommt, welcher verdoppelt den Aufenthalt des Sterns über dem Horizonte giebt.

§. 102. Zus. 3. Hat man OG aus §. 100: so ist, weil AO ein Quadrant, $AG = 90^\circ + OG$. Auch ist in dem rechtwinklichten △ PRF, PR die Polhöhe, und PF das Complement der Abweichung. Hieraus läßt sich der Winkel bey P bestimmen §. 43, dessen Maaß GZ von 180° subtrahirt den Bogen AG giebt.

Anm. Für einen südlichen Stern kann man sich leicht eine Zeichnung entwerfen.

§. 103. Zus 4. Hat man den halben Tagebogen für die Sonne gefunden: so verwandelt man ihn in wahre Sonnenzeit, auf eben die Art, wie Bogen in Sternzeit. §. 85. Z. E. der halbe Tagebogen der ☉ am längsten Tage für die Polhöhe

51° 32′ und die größte Abweichung 23° 28′ ist 123° 7′ 17″, wozu 8 St. 12′ 29″ 8‴ gehören; folglich der längste Tag 16 St. 25′ wahre Zeit, d. i., solcher Stunden, dergleichen 24 zwischen seinem und dem nächst-folgenden Mittag verfließen. Diese von 24 St. subtrahirt, giebt die Länge der Nacht 7 St. 35′.

Anm. Verwandelte man den Bogen AG in mittlere Zeit: so gälte dies für einen Fixstern F, der seinen Abweichungskreis PG beybehält; aber nicht für die Sonne, deren Abweichungskreis während der Zeit immer östlicher wird.

§. 104. Erkl. Ein Sonnenjahr ist die Zeit, in welcher die Sonne mit eigener Bewegung einen Umlauf am Himmel zu vollenden, also genau einerley Stand gegen uns wieder erhalten zu haben scheint.

Anm. Die Größe des Sonnenjahrs zu bestimmen giebt es mancherley Methoden, wovon eine hier folgt.

§. 105. Aufg. Die Größe des Sonnenjahres aus den Mittagshöhen der Sonne genau zu bestimmen.

Aufl. Man beobachte an einem beliebigen Tage die Mittagshöhe der Sonne Hn (Fig. 70.) und nach 365 Tagen zwey andre nächstfolgende Hr, HG, zwischen welche jene fallen muß §. 67. Da man nun annimmt, daß sich indessen die Aequatorshöhe nicht verändert: so hat man jetzt zwey nächste Abweichungen Ar, As, zwischen welchen die vorjährige An liegt, und welche nur um einen Tag von einander sind. Da man nun annimmt, daß sich die Abweichungen

in

in einem Tage gleichförmig verändern §. 98: so setze man: rs : rn = 24 St : x. Dieses x giebt die Zeit über 365 Tage, da die Sonne eben die Mittagshöhe Hn, d. i. einerley Stand am Himmel gehabt hat, folglich die Größe des Sonnenjahres.

Anm. Man wählt hiezu die Zeit um die Nachtgleichen, da sich die Abweichung der Sonne am stärksten verändert. §. 69.

§. 106. Zus. Auf diese Art hat man die Zwischenzeit gesucht, da die Sonne in einerley Punkt der Nachtgleiche, oder des Sonnenstandes wieder zurückgekehret ist; und dadurch die Größe des Sonnenjahres genau bestimmt. Aus Vergleichung vieler solcher Beobachtungen und deren Durchschnitt setzt Cassini das Sonnenjahr 365 T. 5 St. 48. M. 54 S.

Anm. Nur in den Secunden gehen die neuern Astronomen davon ab. Herr **de la Lande** nahm zwei Eintritte der Sonne in einerley Punkt der Nachtgleiche, die 1000 Jahr von einander entfernt waren, theilte die Zwischenzeit in 1000 Theile, und fand auf solche Art das Sonnenjahr 365 T. 5 St. 48 M. 45, 5 S.

4. Die Stellen der Fixsterne nebst deren Lagen gegen die Sonne.

§. 108. Aufg. Aus der bekannten Stelle eines Fixsterns F (Fig. 73.) die Stelle eines jeden andern M durch Beobachtung zu bestimmen.

Aufl. Durch Declination und Rectascension ist die Lage eines Sterns gegen den Aequator, und hiedurch seine Stelle am Himmel gegeben.

1) man beobachte die Mittagshöhen beyder Sterne: so giebt deren Unterschied, den Unterschied ihrer

Declinationen, folglich NM die Declination von M, wenn man FG, die Declination von F weiß.

2) man beobachte auch die Zeiten der Culmination beyder Sterne, oder suche sie durch übereinstimmige Höhen, und verwandle den Unterschied dieser Zeiten in Bogen GN: so hat VN, die Rectascension von M, wenn man VG, die Rectascension von F weiß.

§. 109. Zus. 1. Man findet aber die Declination des Sterns F aus seiner Mittagshöhe, und der Höhe des Aequators; und seine Rectascension, wenn man die Rectascension der Sonne für den Mittag aus §. 87, sucht, und die Zeit der Culmination des Sterns F von Mittag an gerechnet in Bogen verwandelt, und zu der gefundnen Rectascension der Sonne addirt.

§. 110. Zus. 2. Ist durch die beyden Sterne ein größter Kreis FM gelegt: so ist GN das Maaß des Winkels FPM, dessen Schenkel sind die Complemente der Declinationen, und FM ist die Weite beyder Sterne. Von diesen 4 Dingen läßt sich also jedes aus den 3 übrigen trigonometrisch finden §. 43.

§. 111. Erkl. Der Breitenkreis eines Sterns M (Fig. 73.) ist ein Kreis KH durch die Pole der Ecliptik K, und den Stern M, der also auf die Ecliptik EL senkrecht ist. Sein Bogen HM zwischen der Ecliptik und dem Sterne, heißt seine Breite, latitudo, welche nördlich, oder südlich ist, nachdem der Stern auf jener oder dieser Seite der Ecliptik stehet. Die Länge, longitudo, des Sterns M heißt

der

der Bogen der Ecliptik VH, nach der Ordnung der Zeichen genommen, vom Frühlingspunkte V bis zum Breitenkreise KH.

§. 112. Zus. 1. Der Winkel HKT, den zwey Breitenkreise machen, hat zum Maaße den Unterschied der Längen HT.

§. 113. Zus. 2. Der Breitenkreis KH schneidet die Ebene der Ecliptik durch das Auge im Mittelpunkte C. Mit dieser Durchschnittslinie macht eine Linie von C nach der Sonne T einen Winkel, dessen Maaß gleichfalls der Bogen TH, oder der Unterschied der Länge des Sterns und der Sonne ist, und welcher die Elongation heißt.

§. 114. Zus. 3. Je weiter der Stern M von der Ecliptik abstehet, desto mehr ist dieser Bogen TH §. 113. von dem Bogen TM, der Weite des Sterns von der Sonne, d. i. der Winkel HCT vom Winkel MCT, unterscheiden.

§. 115. Zus. 4. Sind (wie in Fig. 73.) die Pole der Ecliptik im Meridian, d. i. Ecliptik wie Aequator, auf ihn senkrecht: so sind die Punkte der Nachtgleichen in des Meridians Polen, folglich VL, VQ, Quadranten. Diese Lage kann man annehmen, weil das Umdrehen der Weltkugel die Lage der Fixsterne gegen den Aequator und die Ecliptik nicht ändert.

§. 116. Lehrs. Aus der Lage gegen den Aequator, d. i., aus Declination und Rectascension,

läßt sich die Lage gegen die Ecliptik, d. i., die Breite und Länge finden.

Bew. In dem schiefw. △ PKM (Fig. 73.) ist der Winkel bey P, dessen Maaß NQ durch die Rectascension VN, und den Quadranten VQ §. 115 gegeben; MP das Complement der Declination, und PK der Schiefe der Ecliptik gleich. Hieraus läßt sich trigonometrisch KM, das Complement der Breite, und der Winkel bey K finden, dessen Maaß HI, von dem Quadranten VL §. 115. subtrahirt die Länge VH giebt.

Anm. Für andere Lagen des Sterns kann man sich leicht Zeichnungen machen.

§. 117. Zus. 1. Bey Berechnung der Länge und Breite läßt sich zugleich der Winkel PMK finden, den der Declinationskreis mit dem Breitenkreise macht, und der Positionswinkel heißt.

§. 118. Zus. 2. Zugleich siehet man leicht, wie eben so aus Breite und Länge die Declination und Rectascension bestimmt werde.

§. 119. Zus. 3. Von den Fixsternen nach ihrer Länge und Breite, Declination und Rectascension sind Verzeichnisse, catalogi fixarum, vorhanden. Das älteste ist von Hipparch im 2ten Jahrh. v. C. welches Ptolemäus 2. Jahrh. n. C. im Almagest aufbehalten hat. Seitdem hat Tycho de Brahe zuerst ein neues aus eignen Beobachtungen geliefert. Was nach ihm Hevel, Flamstrad, la Caille, und Bradley geleistet, durch die sehr schätzbare Bemühung des Herrn Prof. Bode in Ordnung gebracht, fin-

findet man so wie alles, was zu den Fixsternen gehört, in den Sammlungen astron. Tafeln, Berlin 1776.

§. 120. **Anm.** 1. Zur Kenntniß der Sterne, **Astrognosie**, hat man sie in Bilder, Gestirne, (asterismi) gebracht, auch einzelne Sterne mit eigenen Nahmen belegt. Die **alten Sternbilder**, deren Anzahl von den neuern Astronomen, besonders seit der Schiffahrt jenseit des Aequators, vermehrt worden ist, und die man vor allen sich bekannt zu machen hat, sind:

I. die 12 Sternbilder des Thierkreises, die mit den Zeichen der Ecliptik §. 64. einerley Nahmen führen, aber von ihnen unterschieden werden müssen.

Im **Stiere** heißt der Stern erster Größe das Stierauge, Aldebaran, Palilicium. Nahe dabey stehen die Hyaden, oder Regensterne, und im Rücken die Plejaden, oder das bekannte Siebengestirn.

In den **Zwillingen** sind 2 Sterne zweyter Größe, wovon der westliche Castor, der östliche Pollux, heißt. Im **Krebse**: die Krippe und der Esel. Im **Löwen** 2 Sterne erster Größe: das Löwenherz oder Regulus, und cauda leonis. In der **Jungfrau**: Vindemiatrix, und die Kornähre, spica virginis, ein Stern erster Größe. In dem **Scorpion**: Antares oder das Scorpionherz von erster Größe.

II. Die 21 nordlichen Bilder:

1. großer Bär; 2. kleiner Bär (Polarstern); 3 Drache; 4 Cepheus; 5. Cassiopäa; 6. Bootes (Arcturus); 7. nordliche Krone; 8. Hercules; 9. Leyer (lucida lyrae); 10. Schwan; 11. Andromeda; 12. Perseus (Algol) 13 Fuhrmann (capella); 14. Schlangenträger; 15. Schlange; 16. Adler (lucida aquilae); 17. Pfeil; 18. Delphin; 19) kleines Pferd; 20. Pegasus; 21. nordlicher Triangel.

III. Die 15 südlichen Bilder:

1. Wallfisch; 2. Eridanus; 3. Orion; (Bellatrix, Riegel, Jacobsstab) 4. Haase; 5. großer Hund (Sirius); 6. kleiner Hund (Procyon); 7. Wasserschlange (Herz der Wasserschlange); 8. Becher; 9. Rabe; 10. Argo (Canopus); 11. Centaur; 12: Wolf; 13. Altar; 14. südliche Krone; 15. südlicher Fisch (Fomahant).

§. 121. **Anm.** 2 kleinere Sterne sind von den Alten ausserhalb der Bilder zerstreut gelassen, und heißen sporades, informes. Alle Sterne unterscheidet man von der ersten bis zur sechsten Größe. **Neblichte** Sterne heißen, die wie helle Wölkchen aussehen, und durch das Fernrohr meist als Haufen kleiner Sterne erscheinen. In der Milchstraße, so wie an häufigen andern Stellen des Himmels, siehet man durch das Fernrohr kleine Sternchen, die fixae telescopicae heißen. An einigen Orten lassen sich neue Sterne sehen, von denen der bekannteste in der Cassiopäa vom Nov. 1572 bis März 1574 sich zeigte. Einige Sterne sind verschwunden; andere, wie der **wunderbare** im Schwane, sind bald sichtbar, bald unsichtbar.

§. 122. **Zus. 4. Die Lagen der Sterne, nebst den Kreisen der Ringkugel §. 79, stellt die künstliche Himmelskugel,** globus arrificialis coelestis, **vor, welche dient, nicht nur die Sterne mit Leichtigkeit kennen zu lernen, sondern auch verschiedne Aufgaben der Astronomie mechanisch aufzulösen, wenigstens zu erläutern.**

§. 123. **Anm.** Der Gebrauch dieser Kugel läßt sich aus dem Bisherigen leicht einsehen. Den breiten Horizont, worauf der Kalender verzeichnet, und den metallenen Meridian, der in seine Grade abgetheilt ist, denkt man sich an der unbeweglichen Kugel §. 21, innerhalb deren die bewegliche sich von Morgen nach Abend in 24 Stunden umdrehet, welches der Zeiger an dem Stundenringe bemerklich macht. Hat man die Kugeln nach den Weltgegenden gerichtet, und nach der Polhöhe des Orts gestellt; den Ort der Sonne, den der jedesmalige Tag im Kalender anzeigt, unter den Meridian gebracht, und den Zeiger auf 12 Uhr gestellt: so läßt sich die Kugel auf jede beliebige Stunde drehen, und zeigt für dieselbe die Gestalt des Himmels; wenn man sich die Kugel hohl und durchsichtig gedenkt, und das Auge in ihren Mittelpunkt setzt. Auch kann man hiebey die **Funkischen Sternkegel,** und des Herrn Prof. **Bode** allgemeine **Himmelscharte** mit einem durchscheinenden Horizonte 1786 vortheilhaft mit zu Hülfe nehmen.

§. 124. Zus. 5. Auch findet man die Sterne nach ihren Lagen in den Stern-charten verzeichnet, welche Projectionen, d. i. perspectivische Abbildungen des Himmels auf ebenen Flächen, sind. (Persp. §. 1.)

§. 125. **Anm.** 1. Man hat 3 Klassen der Kugel-projectionen:

1. die **orthographische** Proj., wenn das Auge in unendlicher Entfernung von der Kugel, und die Tafel die Grundfläche des abzubildenden Kugel-segments ist. (Persp. §. 3.)

2. die **Central-Proj.**, wenn das Auge im Mittelpunkte der Kugel, und die Tafel das allzubildende Segment im Zenith berühret.

3. die **stereographische** Proj., wenn das Auge im Nadir des abzubildenden Segments, und die Tafel ein größter Kreis ist.

§. 126. **Anm.** 2. Jede dieser Klassen §. 123. hat 3 Arten unter sich:

1. die **Polar-** oder **parallele** Proj., wenn das Zenith des Segments der Weltpol, und die Tafel der Aequator oder ihm parallel ist.

2. die **äquatorische** oder **gerade** Proj. wenn das Zenith des Segments ein Punkt des Aequators, und die Tafel ein Meridian oder ihm parallel ist.

3. die **horizontale** oder **schiefe** Proj. wenn das Zenith des Segments weder der Weltpol, noch ein Punkt des Aequators, und die Tafel der Horizont oder ihm parallel ist.

§. 127. Die 13te Erfahr. Die Breite der Fixsterne bleibt ungeändert, aber ihre Länge, Rectascension und Declination ändert sich.

§. 128. Hipparchus von Rhodus erkannte 128 Jahre v. Chr. daß die Längen der Sterne viel größer waren, als nach den Beobachtungen des Tymocharres und Aristillus 294 J. v. C. und nach des Eudoxus Beschreibung der Himmelskugel 400 J. v. C. Dies genauer zu bestimmen, vergleiche man das Verzeichniß des Ptolemäus mit neuen Beobachtungen.

Z. E. die Länge der spica virginis war nach Hipparch 128 J. v. C. 5 Zeich. 24 Grad, und nach Beobachtungen vom J. 1750 n. C. 6 Zeich. 20 Grad, 21 Min. folglich in 1878 Jahren die Zunahme 26° 21′ welches im Durchschnitt auf ein Jahr $50\frac{1}{2}''$ beträgt. Herr de la Lande nimmt dafür aus Vergleichung mehrerer Beobachtungen $50\frac{1}{3}''$ an; welches 1 Grad in 72 oder eigentlich in 71,523 Jahren, 30 Grad in 2145 Jahren, und 360 Grad in 25748 Jahren ausmacht.

§. 129. Diese Zunahme der Länge fällt bey den Bildern des Thierkreises einem Jeden recht in die Augen, wenn man annimmt, daß die Zeichen der Ecliptik nach den dabey stehenden Bildern zu Anfang benannt worden, die aber jetzt ohngefähr 30 Grad davon stehen. Man muß daher die gebildeten Zeichen oder Sternbilder (asterismi) von den ungebildeten (dodecatemoria) wohl unterscheiden. Blos nach den letztern werden die Stellen der Planeten angegeben.

§. 130. Zus. 1. Daß blos die Länge der Fixsterne sich ändert, kömmt entweder von einer wirklichen Bewegung der Sterne, die in Kreisen mit der Ecliptik parallel fortgehen, also sich um der Ecliptik Pole drehen; oder von einer bloßen Verrückung der Nachtgleichen. Denn wenn (Fig. 74.) EL die Ecliptik, AQ der Aequator, S ein Fixstern, dessen Breite $=SV$, und Länge $=\Upsilon$ ist: so muß, wenn diese zunimmt, ohne daß sich jene ändere, entweder der Stern S um so viel nach s parallel mit EL gegangen seyn:

seyn: oder der Frühlingspunkt V ist westlich nach v gerückt, daß vV = Ss.

§. 131. Zus. 2. Da das Wachsthum der Länge allen Sternen gemein, und bey dem einen so groß, als bey dem andern, ist: so ist es natürlicher anzunehmen, daß der Frühlingspunkt rückwärts gehe, als daß alle Sterne, einer so viel als der andere, vorwärts gehen sollten. Man nennt dieses das Vorrücken der Nachtgleichen, praeceſſio aequinoctiorum; weil der Frühlingspunkt, der vorher V war, nunmehr v, also westlicher geworden ist, und zeitiger aufgehet, also in Ansehung der täglichen Umdrehung vorgerückt ist. Dies Vorrücken aber beträgt jährlich $50\frac{1}{3}$ Sec. §. 128, und ist in Ansehung der Zeichen der Ecliptik ein Rückwärtsgehen.

§. 132. Zus. 3. Dies Vorrücken der Nachtgleichen wird erfolgen, wenn (Fig. 74.) die Ecliptik EL unbeweglich ist, der Aequator AQ aber, der sie in V schneidet, mit paralleler Bewegung (in so ferne die Schiefe der Ecliptik ungeändert bleibt) allmählig nach aq fortrückt, und die Ecliptik in v schneidet, folglich die Pole des Aequators in Kreisen um die Pole der Ecliptik gegen die Ordnung der Zeichen umlaufen. (da die Schiefe der Ecliptik veränderlich: so bildet diese Bewegung nicht genau Kreise)

Nach dieser Hypothese ist die Breite des Sterns noch die vorige SV, die Länge, die vorher ♈o war, nun vV; die Declination, die vorher ST war, nun St;

St; und die Rectascension, die vorher VQAT war, nun vt; folglich die Breite unverändert geblieben, mit der Länge aber zugleich Declination und Rectascension geändert worden; alles, wie es die Beobachtungen und Rechnungen lehren.

§. 133. Zus. 4. Sternverzeichnisse, Kugeln, Charten, welche die Lage der Sterne gegen Ecliptik und Aequator angeben, können also nur für eine gewisse Zeit gelten. Da aber die Länge jährlich um $50\frac{1}{3}''$ wächst, die Breite ungeändert bleibt, und aus Breite und Länge die Rectascension und Declination sich berechnen lassen §. 118: so kann man aus richtigen Sternverzeichnissen für eine Zeit, Folgerungen für vorhergehende und nachfolgende herleiten.

§. 134. Zus. 5. Ist V v (Fig. 74.) das jährliche Vorrücken der Nachtgleiche $= 50\frac{1}{3}''$: so muß die Sonne, wenn sie in v angekommen ist, in der Ecliptik EL nach $50\frac{1}{3}''$ fortgehen, wozu 20 M. 26 S. in Zeit gehören, um nach V zu kommen, und gegen den Fixstern S eben den Stand wieder zu erhalten, den sie das Jahr zuvor hatte. Dies macht einen Unterschied zwischen dem tropischen Sonnenjahre, vom Frühlingspunkt bis wieder dahin, welches §. 106. bestimmt worden; und zwischen dem siderischen, von einem Fixstern S bis wieder dahin, welches um 20 Min. 26 S. länger als jenes ist, folglich 365 T. 6 St. 9 M. 11 S. beträgt.

Anm. Das tropische Sonnenjahr ist zur Eintheilung der Zeit bequemer, weil sich Tagelängen und Jahreszeiten nach dem Stande der Sonne gegen die Nachtgleichen richten.

§. 135.

§. 135. Zuſ. 6. Da der Frühlingspunkt jährlich um 50″ vorrückt, wozu 200 Tertien in Sternzeit gehören, welches auf einen Tag $\frac{200}{365}$ alſo etwa $\frac{1}{2}$ Tertie macht: ſo culminirt derſelbe ſtets um ſo viel zeitiger, als ein Fixſtern. Nennt man daher die Zeit zwiſchen 2 Culminationen des Frühlingspunktes einen Tag der erſten Bewegung: ſo iſt derſelbe um etwa $\frac{1}{2}$ Tertie kürzer, als der Sterntag, welches für die Erdbewohner unbemerkbar iſt.

§. 136. Erkl. Der Sehungsbogen, arcus viſionis, iſt die geringſte Tiefe für die Sonne, bey welcher ein Stern (oder Planet) ſichtbar wird. Die Dämmerung iſt die Helligkeit vor Aufgang, diluculum, oder nach Untergang der Sonne, crepuſculum.

§. 137. Aufg. Den Sehungsbogen für einen gegebenen Stern zu finden.

Auflöſ. Man bemerke, in welcher Zeit nach Untergang der Sonne der Stern zuerſt geſehen wird, verwandle ſie in Bogen des Aequators, und beſtimme hieraus die Tiefe der Sonne für dieſen Augenblick, auf eben die Art, wie §. 43. ihre Höhe.

§. 138. Zuſ. 1. Natürlich fällt die Größe des Sehungsbogen nach der Reinigkeit der Luft und Schärfe der Augen verſchiedentlich aus.

Anm. Bei den Planeten kömmt hiebey auch ihre Entfernung von der Erde, und die Größe ihres erleuchteten Theils mit in Betracht. Z. E. den Sehungsbogen für Jupiter und Merkur ſetzt Ptolemäus 10, Hevel nur 3 Grad. Kepler giebt folgende Größen für die Planeten an: Venus 5°, Jupiter und Mercur 10°, Saturn 11°, Mars $11\frac{1}{2}$°; und ſetzt für die Fixſterne von der 1ten

bis

bis 6ten Größe nach der Reihe 12 bis zu 17° für die kleinsten Sterne aber 18°.

§. 139. Zus. 2. Da die Sonne uns die kleinsten Sterne verbirgt: so ist deren Sehungsbogen, von 18°, die Gränze der Dämmerung.

Anm. Diese Tiefe von 18° erreicht die Sonne nach ihrem verschiedenen Orte in der Ecliptik in mehr oder weniger Zeit; daher die Aufgabe von der kürzesten Dämmerung entstehet.

§. 140. Erkl. Ortus et occasus cosmicus heißt der Auf- und Untergang eines Sterns mit der aufgehenden Sonne; acronyctus aber, mit der untergehenden; heliacus, wenn er am Horizonte wegen Entfernung der Sonne zuerst sichtbar wird, oder wegen Annäherung der Sonne unsichtbar zu werden anfängt. Man sagt hier: der Stern geht zu Anfang des Tages, oder zu Anfang der Nacht, oder heliace, auf und unter.

§. 141. Zus. Der Sehungsbogen der Sterne §. 138. bestimmt die Zeit ihres Hervortretens aus, oder ihres Verliehrens in den Sonnenstrahlen, d. i. die Zeit, wenn sie heliace auf- und untergehen.

§. 142. **Anm.** Die Bemerkungen §. 140. dienten vor Einführung der Calender, die Jahreszeiten zu unterscheiden; daher man sie bey den Dichtern und den Schriftstellern von der Landwirthschaft findet. Um solche Stellen zu verstehen, muß man das Vorrücken der Nachgleichen gehörig in Rechnung bringen §. 133, und auf den Umstand mit achten, daß die Schriftsteller einander, besonders Römer die Griechen, ausschrieben, ohne auf den Unterschied der Polhöhen zu sehen.

5. Die Strahlenbrechung.

§. 143. Lehrs. Ein Strahl SF (Fig. 75.) der von einem Sterne S gerade fortgehet, und die Oberfläche der Erd-Atmosphäre in F trift, wird darinn so gebrochen, daß er nach einer krummen Linie FA, die in der Scheitelfläche durch A und S liegt, in das Auge des Beobachters A kömmt.

Bew. Ist der Himmelsraum über der Erd-Atmosphäre leer, oder mit einer dünnen Materie angefüllt: so wird der Strahl SF beym Eingange in die Luft dem Neigungslothe zu gebrochen, und erhält dadurch eine neue Richtung. Da aber die Luft von F bis A in jeder folgenden Schichte dichter, als in der vorhergehenden ist: so ändert der Strahl alle Augenblicke seine Richtung, und beschreibt dadurch eine krumme nach unten zu hohle Linie FA, deren Elemente oder kleinsten Theile alle in der Ebene durch CA und CF, folglich in der Scheitelfläche durch A und S liegen.

Anm. Ein andrer Strahl SA, der von S nach A gerichtet ist, trift die Oberfläche unsrer Atmosphäre in D, und wird von da in die krumme Linie DE gebeugt, die das Auge E eines andern Beobachters erreicht.

§. 144. Zus. 1. Der Stern S scheint also dem Auge A in der Tangente AG zu stehen, nach der das Licht von ihm ins Auge kömmt, folglich in einem kleinern Abstande vom Zenith, ZAG, als wenn der Stern durch einen ungebrochenen Strahl AS gesehen würde.

§. 145. Zus. 2. Hiedurch erscheinen also die Sterne höher, als sie ohne diesen Umstand erscheinen würden. Jene nennt man ihre scheinbare, diese ihre wahre Höhe, und deren Unterschied die Höhen-Refraction.

§. 146. **Anm.** Diese Refraction, wovon hier blos die Rede ist, pflegt man auch die **astronomische** zu nennen, um sie von der **irrdischen** zu unterscheiden, indem bey jener der Lichtstrahl allemahl aus einem dünnern in ein dichteres Mittel übergehet; bey dieser aber auch das Gegentheil Statt finden kann, wenn man z. E. von einer Höhe auf die untern Gegenstände siehet. Auf alle Messungen am Himmel und auf der Erde hat die Refraction Einfluß.

§. 147. Zus. 3. Da die Strahlenbrechung blos in der Scheitelfläche vorgehet: so leidet das Azimuth keine Veränderung, sondern nur die Höhe, und was davon abhängt: die Rectascension, Declination, Länge und Breite, wonach auch die Refraction verschiedentlich benennt wird.

§. 148. **Anm.** Die Fehler, die in der Rectascension, Declination u. s. w. aus der beobachteten Höhe entstehen, lassen sich berechnen. Kürzer ist es wohl, wenn man sogleich die beobachtete Höhe durch die nun folgenden Gesetze der Refraction verbessert, und aus der richtigen Höhe die Rectascension und Declination herleitet. Die Alten achteten die Refraction nicht, oder machten sich irrige Begriffe davon.

§. 149. Zus. 4. Die Größe der Refraction hängt nicht von der Weite des Sterns ab, der in der Linie FS seyn kann, wo er will, sondern von seiner verschiednen Höhe. Denn je kleiner diese ist, desto schiefer fallen die Strahlen auf, desto größer wird also die Refraction. Diese ist folglich im Horizonte am größten, nimmt von da immer ab bis zum Zenith,

nith, wo die Strahlen senkrecht auffallen, folglich ungebrochen durchgehen, also die Refraction = 0 ist.

§. 150. **Anm.** Sonne und Mond sehen im Horizonte länglich- rund aus, weil der untere Rand durch die stärkere Refraction mehr gehoben wird, als der obere, und ihm also näher scheint; wodurch der verticale Durchmesser verkürzt wird, der horizontale aber, da mit dem Azimuth keine Refraction vorgehet, ungeändert bleibt.

§. 151. Aufg. Die Größe der Refraction für die scheinbaren Höhen der Sterne zu finden.

Auflös. 1) für die Horizontal-Refraction suche man 2 Sterne aus, von denen der eine aufgehet, der andre in einem Scheitelkreise durch beyde eine Höhe hat, die alsdann mit beyder Weite einerley ist. Nun messe man wieder ihre Weite, wenn sie ohnweit des Meridians stehen, wo die Refraction geringer ist: so giebt der Unterschied beyder Weiten ohngefähr die Horizontal-Refraction, wobey man die Refraction des obern Sterns in der ersten Beobachtung, und beyder Sterne in der zweyten nicht achtet.

Z. E. Wenn das Löwenherz aufgehet, hat in eben dem Scheitelkreise die spica virginis eine Höhe von 34° 30′; die Weite beyder Sterne beym Meridian aber ist 35° 2′; folglich die Horizontal-Refraction über 30 Minuten.

2) Für die Höhen-refraction messe man die Mittagshöhe eines Sterns, der dem Zenith nahe ist, folglich wenig Brechung leidet, finde daraus seine Abweichung §. 48, und berechne seine Höhe für eine gegebene

Zeit §. 43, deren Unterschied von der gemessenen die Refraction für diese Höhe giebt.

§. 152. Zus. 1. Der Zustand der Luft an verschiednen Orten, und zu verschiednen Zeiten, ist nicht einerley, daher sich die Refraction auch verschieden findet. Besonders gilt dies für die Horizontal-refraction bis zu einer Höhe von 10 bis 12 Grad, bis dahin man also nicht trauen kann. Ueber größere Höhen hat man ziemlich zuverlässige Tafeln. Folgende ist nach Herrn de la Lande:

0°	32′	24″	30°	1′	42″	50°	0′	49″	70	0′	21″
15	3	36	35	1	24	55	0	41	75	0	16
20	2	40	40	1	10	60	0	34	80	0	10
25	2	6	45	0	59	65	0	28	85	0	5

§. 153. Zus. 2. Die Refraction zeigt uns die Sonne um so viel länger, als ihr scheinbarer Durchmesser, der ohngefähr 32′ hält, Zeit gebraucht, am Horizonte auf- und abzusteigen, welches in unsern Gegenden 3 bis 4 Minuten beträgt. Noch auffallender ist dies in Norden.

§. 154. **Anm.** Tycho de Brahe hat zuerst auf eine richtigere Art die Refraction in Betracht gezogen; setzt sie aber fälschlich bey der Sonne anders, als bey dem Monde, und achtet sie nicht, wenn die scheinbare Höhe 45° oder drüber beträgt, weil vermuthlich seine Werkzeuge den feinen Unterschied nicht mehr angaben.

---

6. Die Parallaxe.

§. 155. Erkl. Die Parallaxe eines Himmelskörpers L (Fig. 71.) ist des durch ihn gelegten Scheitelkreises Bogen MN, in dessen einem Endpunkte M der Körper dem Mittelpunkte der Erde C, und in dem andern N dem Punkte der Erdfläche A erscheint.

§. 156. Zus. 1. Soll der Bogen MN merklich werden: so muß CA gegen CL beträchtlich seyn, weil sonst CLA = MLN unmerklich wäre §. 28; folglich ist CL eben so, wie CA §. 28. gegen CZ nicht zu achten, d. i. man kann L, so gut wie A, für den Mittelpunkt der Sternkugel annehmen, so, daß MN das Maaß des Winkels MLN oder CLA ist.

§. 157. Zus. 2. Dieser Winkel CLA, den die Linien von C und A in des Himmelskörpers Mittelpunkte L machen, heißt daher der parallactische Winkel; und ist zugleich der Sehewinkel, unter welchem der Erde Halbmesser CA des Himmelskörpers Mittelpunkte L erscheint.

§. 158. Zus. 3. ZAN, der Abstand vom Scheitel aus A gesehen, ist um den parallactischen Winkel CLA größer, als MCZ, der Abstand vom Scheitel aus C gesehen (Plan. §. 98.). Ist daher CH der wahre, Ah der scheinbare Horizont des Beobachters in A: so ist die Höhe hAL über dem scheinbaren Horizonte um die Parallaxe kleiner, als die Höhe HCL über dem wahren Horizonte. Die beobachtete Höhe der Himmels-

körper, die durch die Strahlenbrechung vergrößert ward §. 145, wird also durch die Parallaxe vermindert.

§. 159. Zus. 4. Da die Parallaxe, wie die Strahlenbrechung §. 147, blos in der durch A und L gelegten Scheitelfläche vorgehet: so läßt sie gleichfalls das Azimuth des Körpers ungeändert, und verändert also blos die Höhe.

§. 160. Zus. 5. Die Parallaxe, so wie die Strahlenbrechung §. 147. verändert mit der Höhe zugleich die Rectascension, Declination, Länge und Breite; und wird daher gleichfalls in verschiedene Gattungen getheilt. Auch hier gilt, was §. 148 bemerkt worden.

§. 161. Zus. 6. Kömmt der Himmelskörper L nach P in die Scheitellinie: so erscheint er an einerley Orte des Himmels, man mag ihn aus A oder aus C betrachten, d. i. der Körper im Zenith beobachtet, hat gar keine Parallaxe.

§. 162. Zus. 7. War aber der Himmelskörper L bey Q im scheinbaren Horizonte: so erschien er von A aus in h, von C aus in S, und seine Parallaxe ist hS. Diese heißt daher die Horizontal-Parallaxe, jede andre aber Höhen-Parallaxe.

§. 163. **Anm.** Die Parallaxe ist, wie die Strahlenbrechung §. 149. im Horizonte am größten, nimmt von da immer ab, und wird im Zenith $= 0$. Auch ist für zwey ungleich entfernte Körper Q und G, $CQA > CGA$, d. i. die Parallaxe des nähern Körpers größer, als des entferntern.

§. 164. Zus. 8. Ist der Himmelskörper L im scheinbaren Horizonte in Q, im wahren in T: so ste-

hen

hen für diesen Körper beyde Horizonte um den Bogen QT, oder den Winkel QCT = CQA, d. i. um die Horizontal-Parallaxe, von einander ab.

§. 165. Zus. 9. Wäre ein Beobachter in A, welcher den Himmelskörper Q in seinem Horizonte sähe, indem ein andrer in D denselben in seinem Zenith zu eben der Zeit erblickte; und man könnte den Bogen der Erdkugel AD, folglich den Winkel ACQ bestimmen: so wäre auch dessen Ergänzung QCT = CQA, oder die Parallaxe des Körpers Q bestimmt.

Dies zeigt wenigstens eine Möglichkeit, die Parallaxe zu finden, welche von den Astronomen nach mehrern sinnreichen Methoden gefunden wird. Hienach setzt man die mittlere Parallaxe des Mondes $57'17''$ und der Sonne $8\frac{1}{2}''$.

§. 166. **Anm.** 1. Will man die Beobachtungen eines Himmelskörpers, die an verschiednen Orten der Erdfläche angestellt werden, wo derselbe in verschiedenen Lagen erscheint, mit einander vergleichen: so muß man sie alle auf den Mittelpunkt der Erde reduciren, d. i. aus der Lage, worinn der Körper an irgend einem Punkte der Erdfläche erscheint, angeben können, in welcher Lage er erschienen wäre, wenn man ihn zu der Zeit aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet hätte. Und hiezu muß man seine Parallaxe wissen.

§. 167. **Anm.** 2. Kennt man in dem rechtwinklichten Δ CAQ die Parallaxe bey Q: so wird dadurch $\frac{CA}{CQ}$ (Plan. §. 262.) oder die Verhältniß CA : CQ bestimmt, d. i. die Verhältniß des Erdhalbmessers CA zu des Himmelskörpers Weite CQ. Z. E. setzt man CA = 1, so ist für den Mond, (dessen Parallaxe $57'17''$) CQ = 60, und für die Sonne (deren Parallaxe $8\frac{1}{2}''$) CQ = 24266. So dient die Parallaxe, den Abstand der Himmelskörper von der Erde zu finden.

§. 168. **Anm.** 3. Nach den genauesten Messungen findet man bey den Fixsternen gar keine Parallaxe, welches im folgenden noch augenscheinlicher dargethan wird. Daher ist ihr Abstand von uns durch den Erdhalbmesser gar nicht auszumessen, d. i. dieser gegen jenen gar nicht zu achten. Bey Beobachtung der Fixsterne ist also der scheinbare Horizont von dem wahren nicht zu unterscheiden §. 164; die Gesichtslinien von 2 noch so entfernten Punkten der Erde nach einem Fixstern, laufen parallel, und der Durchmesser der Erdkugel aus einem Fixsterne betrachtet hat gar keine Größe mehr, sondern erscheint als ein Punkt. §. 157.

Die theorische Astronomie.

7. Die Beschaffenheit der Sonne.

§. 169. **Die 14te Erfahr.** In der Sonne erscheinen oft schwarze (meist wie mit einem bräunlichen Nebel umgebene **Flecken**, maculae, von irregulärer und veränderlicher Figur (welche entstehen, vergehen, zu- und abnehmen, sich zertheilen, oder zusammenfließen.) Sie scheinen vom östlichen nach dem westlichen Rande der Sonne in 12 Tagen fortzurücken, und nach 15 Tagen Unsichtbarkeit wieder am östlichen Rande da, wo sie zuerst waren, wieder vorzutreten.

§. 170. **Anm.** Die Flecken sind im J. 1611 zuerst entdeckt worden; von **Joh. Fabricius** im Januar, und von **Christoph Scheiner** im May. Jener sahe sie durch ein Holländisches Fernrohr mit Gefahr seiner Augen; dieser in einer Projection der Sonne (Dioptr. §. 95.) Jetzt beobachtet man sie durch Fernröhre mit angelaufenen oder gefärbten Gläsern.

§. 171. **Zus. 1.** Nimmt man an, die Sonne sey eine Kugel, (die von uns als eine Scheibe und zur

Hälfte gesehen wird, Optik §. 47.) und der Flecken sey auf der Oberfläche der Kugel: (weil er in den entferntesten Ländern an einerley Ort der Sonnenscheibe gesehen wird, folglich keine Parallaxe hat §. 155, die doch bey dem nächsten Planeten Mercur in der Sonne angetroffen wird; auch bey der großen Menge von Flecken, die entstehen und vergehen, sich unmöglich denken läßt, daß sie einzelne Körper seyn sollten, die um die Sonne, wie der Mond um die Erde, liefen:) so kann man sich vorstellen, die Sonne mit ihren Flecken drehe sich um eine Axe, wodurch die Flecken unsern Augen bald dargestellt, bald entzogen würden.

§. 172. Zus. 2. Die Endpunkte solcher Axe geben die Pole der Sonne; und eine Ebene durch den Mittelpunkt senkrecht auf die Axe giebt den Sonnenäquator. Die Flecken beschreiben parallele Kreise um die Pole; aber wegen der großen Entfernung erscheinen sie uns an der Stelle, wo ihre orthographische Projection §. 125. die Sonnenscheibe trift, und die Abbildung ihrer Wege auf der Sonnenscheibe giebt Ellipsen (Ster. §. 84.) von verschiedner Gestalt, nach der verschiednen Lage der Flecken gegen den Sonnenäquator und die Ecliptik.

§. 173. Zus. 3. Die Bewegung der Flecken erscheint uns von Morgen nach Abend, d. i. gegen die Ordnung der Zeichen; §. 65. ein Auge aber im Mittelpunkte der Sonne würde die Flecken nach der Ordnung der Zeichen um sich gehen sehen. Denn

wenn (Fig. 76.) die Sonne S von der Erde T im 1sten Zeichen gesehen wird, und ein Flecken sich von a nach b, also nach der Ordnung der Zeichen von 7 nach 8 zudrehet: so sieht ihn die Erde zuerst nach der Linie Ta, in 1; hernach aber nach der Linie Tb westlich von 1, und er scheint sich von 1 nach 12 zu, also gegen die Orduung der Zeichen bewegt zu haben, da er sich wirklich nach der Ordnung der Zeichen umgedrehet hat.

§. 174. **Anm.** 1. Obiges §. 173 ist nur eine vorläufige Erläuterung der Sache im allgemeinen. Will man sich sogleich eine genauere Vorstellung von der Umdrehung (rotatio) der Sonne machen: so muß man aus dem Folgenden den Umlauf der Erde T, um die Sonne S im Mittelpunkte, zum voraus annehmen, und kann alsdann sich folgendes bemerken:

1) Die Sonnenaxe ist nach Cassini gegen die Ecliptik unter einem Winkel von $82\frac{1}{2}$ Grad geneigt. Eine Ebene durch die Axe senkrecht auf die Ecliptik schneidet deren Ebene in der Linie AB (Fig. 76.) durch den 10ten Grad der Fische und der Jungfrau, so daß die Axe der Sonne in der durchgelegten Ebene mit SA den vorgedachten Winkel macht, also der nördliche Pol der Sonne über den Fischen, der südliche unter der Jungfrau ist. Die Ebene des Sonnenäquators schneidet die Ebene der Ecliptik in der Linie CD, durch den 10ten Grad der Zwillinge und des Schützen, unter einem Winkel von $7\frac{1}{2}$ Grad.

2) Legt man in einem gewissen Augenblicke durch die Axe der Sonne und einen Flecken eine Ebene, die unbeweglich bleibe, (einen **Meridian des Fleckens**) z. E. AB: so drehet sich der Flecken a nach b zu, und weiter herum bis wieder nach a, und die Zeit der Umdrehung (wie bey uns ein Sterntag) ist nach Cassini 25 T. 14 St. 8. M. Da aber die Umdrehung der Sonne nach der Ordnung der Zeichen geschiehet, und die Erde um die Sonne auch nach der Ordnung der Zeichen umläuft: so ist die Zeit der Wiedererscheinung des Fleckens für die Erde länger, und beträgt nach Cassini 27 T. 12 St. 20 M.

3) Die Sonne scheint durch ihre Umdrehung die Planeten um sich zu führen; daher die Bahnen der Planeten besser auf die

Ebene

Ebene des Sonnenäquators als auf die Erdbahn oder Ecliptik zu beziehen wären. Da aber die Ebene des Sonnenäquators sich nur durch feine Beobachtungen, und nicht ganz sicher bestimmen läßt: so ist es wenigstens für die Erdbewohner sicherer und natürlicher, die Planetenbahnen auf die Ecliptik zu beziehen.

§. 175. **Anm. 2.** Ueber die Natur der Flecken ist man uneins. Einige halten sie für Wolken, oder setzen sie in einige Entfernung von der Oberfläche der Sonne, besonders weil sie 3 Tage länger unsichtbar sind; wobey man aber an die eigene Bewegung der Erde nicht gedacht hat. Freybewegliche von der Sonne abstehende Körper sind sie nicht, weil sie in solcher Menge und so veränderlich sind; auch sich nicht so regelmäßig bewegen würden, daß man daraus die Umwälzung der Sonne herleiten könnte. Von denen, die sie in die Oberfläche der Sonne setzen, halten einige sie für Hervorragungen einer festen unförmlichen Masse, die sich durch das flüßige Feuer, das sie bedeckt, verschiedentlich zeigen; andere für Gruben in der Oberfläche der Sonne.

§. 176. Die 15te Erf. Schon Scheiner, und nach ihm andre, haben Stellen in der Sonne gesehen, die viel heller glänzend, als das übrige Sonnenlicht, und größer als die Flecken, auch an Licht, Figur, und Dauer verschieden sind. Man nennt sie Fackeln, (faculae) und will bemerkt haben, daß die Flecken oft in Fackeln, die Fackeln selten in Flecken übergehen.

§. 177. **Anm.** Hugenius hat nie dergleichen sehen können. Cassini erwähnt Tüpfelgen lichter, als das übrige. Kästner bemerkte Stellen, wo das Licht weißer, aber nicht so lebhaft als das übrige aussah.

§. 178. Die 16te Erf. Cassini hat im J. 1683 zuerst einen Glanz, den er nach Untergang der Sonne wahrnahm, deutlich beschrieben. Man nennt ihn das Zodiacallicht, welches vom Horizont aufwärts spitz nach der Richtung des Thier-

Kreises gehet, und am bequemsten im Frühjahr nach Untergang, im Herbste vor Aufgang der Sonne, in der heißen Zone aber durchs ganze Jahr gesehen wird. Eine Abbildung davon findet man auf der 27. Tafel in Doppelmayers Himmelsatlas.

§. 179. Zus. 1. Das Zodiacallicht schreibt man einer Atmosphäre der Sonne zu, deren Theile von der Sonne erleuchtet würden. Diese Atmosphäre hat nicht eine Luft, wie die unsrige, die durch Wärme ausgedehnt wird; kann auch nicht, wie die unsrige, eine concentrische Kugelgestalt haben, sondern muß sich nach zwey entgegengesetzten Gegenden viel weiter erstrecken, damit sich von ihr zu einer Jahreszeit mehr, als zu der andern zeige.

§. 180. Zus. 2. Vergleicht man dies mit §. 174: so erhellet, daß sich diese Atmosphäre in der Richtung des Sonnenäquators am weitesten erstrecke, wie eine flüßige Materie, die bey Umdrehung der Sonne (durch die Schwungkraft) in dieser Richtung am weitesten von der Sonne getrieben wird.

§. 181. Die 17te Erf. Zuweilen verliehrt bey heiterm Himmel die Sonne ihren Schein so, als wenn eine schwarze Scheibe von Abend nach Morgen (nach der Ordnung der Zeichen) in sie rückte. Diese Scheibe verdeckt bald wenig bald viel, manchmahl die ganze Sonne; aber nicht an allen Orten scheint ein gleich großer Theil der Sonne verdeckt; und in westlichen Ländern sieht man

An-

Anfang und Ende dieser Begebenheit zeitiger als in östlichen.

§. 182. Diese Erscheinung heißt eine Sonnenfinsterniß, eclipsis solis, und ist gänzlich, totalis, oder nicht gänzlich, partialis, jene zuweilen auch mit einer Dauer, cum mora. Zuweilen tritt die Scheibe so vor die Sonne, daß der noch sichtbare Theil einen Ring um sie macht, welches eine ringförmige Finsterniß, annularis, heißt.

§. 183. Bey großen, noch mehr bey gänzlichen Finsternissen, zeigen sich die Wirkungen der Nacht. Dergleichen war im J. 1706 den 12ten May, die durch viele Bemerkungen berühmt ist. Man sahe dabey um die Scheibe einen lichten concentrischen Ring, der, an Stärke des Lichts und an Gestalt, von dem Sonnenringe unterschieden war.

§. 184. Zus. 1. Die Sonne kann ihr Licht nicht wirklich verliehren, sondern es muß nur den Erdbewohnern durch einen runden undurchsichtigen Körper entzogen werden, und dieser muß der Erde ziemlich nahe seyn, damit er verschiednen Bewohnern von ihr, verschiedene Stücke von der Sonne verdecken könne.

§. 185. Zus. 2. Da sich die Sonnenfinsternisse alle im Neumonde eräugnen, da man, wie aus dem Folgenden erhellet, den Mond bey der Sonne zu suchen hat; auch seine eigene Bewegung von Abend nach Morgen geschiehet: so muß wohl der Mond ein dunkler undurchsichtiger uns ziemlich naher

Kör-

Körper seyn, um solche Erscheinungen hervorzubringen. Diese Muthmaßung wird im Folgenden zur Gewisheit.

8. Die Beschaffenheit des Mondes.

§. 186. Die 18te Erf. Siehet man den ☽ bald nach der ☉ untergehen: so zeigt er sich sichelförmig (als ein heller gekrümmter spitziger Streifen.) Nach 7 Tagen, da er um Mitternacht untergehet, also bey ☉ Untergang im Meridian stehet, ist seine halbe Scheibe helle (erstes Viertel, quadratura.) Nach 14 Tagen da er mit ☉ Untergang aufgehet, ist die ganze Scheibe helle (Vollmond, plenilunium.) Nach 21 Tagen, da er wieder um Mitternacht untergehet, ist wieder die halbe Scheibe helle (letztes Viertel.) Nach 27 bis 28 Tagen, da er mit der Sonne untergehet, ist er gar nicht zu sehen (Neumond, novilunium.)

§. 187. Vom Neumond bis Vollmond, ist er zunehmend, crescens; vom Vollmond bis Neumond abnehmend, decrescens. Hier sind dieselben Lichterscheinungen, (Mondswechsel, Brüche, Gestalten, phases) wie dort, nur in entgegengesetzter Ordnung. Der helle Theil des zunehmenden ☽ ist nach Abend, des abnehmenden nach Morgen der ☉ zugekehrt. Die ersten Tage nach dem Neumonde bis zum ersten Viertel, auch vom letzten Viertel bis zum Neumond, sieht man die völlige Mondscheibe, aber dunkel und

wie

wie im Schatten liegend; welches das Licht von der Erde, das er zurückwirft, verursacht.

§. 188. Zus. 1. Kennt man Sterne in der Ecliptik: so sieht man, daß der ☽ bald eine nördliche, bald eine südliche Breite habe; welches noch genauer aus §. 116. zu erkennen. Da auch seine eigene Bewegung viel schneller, als der ☉ ihre, so ändert sich seine Elongation §. 113. beständig, und ist beym Neumond =0 (coniunctio) beym ersten und letzten Viertel 90 und 270° (quadratura) beym Vollmonde = 180° (oppositio.)

§. 189. Zus. 2. Der Mond muß wie in einem Kreise um die Erde gehen, und wenn er ☉finsternisse macht, der Erde viel näher seyn, als die Sonne, auch keine, oder geringe Breite haben.

§. 190. Zus. 3. Nimmt man an, daß der ☽ eine dunkle Kugel sey, deren Mittelpunkt hiebey ohne großen Fehler in die Ebene der Ecliptik gesetzt werden kann: so lassen sich die Mondsbrüche für jede Weite von der Sonne, die hier Elongation ist, auf folgende Art finden.

In der Ebene der Ecliptik sey (Fig. 77.) T der Erde, L des Mondes, und S der Sonne Mittelpunkt in so großer Weite, daß Ls mit TS parallel auch nach der Sonne Mittelpunkt laufe. Von zwey durch L auf die Ecliptik senkrechten Ebenen sey der einen Durchschnitt PQ auf Ls, der andern NO auf TL senkrecht; daher jene den der Sonne, diese den der

Er-

Erde zugekehrten Theil des ☽ abschneidet, und der Winkel QLO ihr Neigungswinkel ist, welcher den Mondesbruch für diesen Stand darstellt. Dieser Winkel aber ist der Weite des ☽ von der ☉ gleich, weil QLO + TLQ = R = LTS + TLQ, folglich QLO = LTS.

§. 191. Zus. 4. Da jede angenommene Weite den dazu gehörigen Mondsbruch giebt: so läßt sich danach leicht eine Zeichnung für alle Mondsgestalten machen; und da diese mit der Erfahrung übereinstimmt: so ist es sicher, das der ☽ eine dunkle undurchsichtige Kugel sey, und daß die Voraussetzungen in §. 190. für diese Absicht nicht merklich von der Wahrheit abweichen.

§. 192. Anm. Die Gränze des Mondsbruchs, nach dem dunkeln Theile zu, macht eine elliptische Linie.

§. 193. Die 19te Erf. Zuweilen, wenn der Mond voll, und sein Mittelpunkt in der Ecliptik oder nahe dabey ist, verliehrt er bey heiterm Himmel sein Licht so, als wenn eine schwarze Scheibe von Morgen nach Abend in ihn rückte; welches eine Mondfinsterniß eclipsis lunae, heißt, und wobey allen Erdbewohnern zu gleicher Zeit gleichviel vom Monde verfinstert scheint.

§. 194. Bey gänzlichen ☽finsternissen ist der ☽ zuweilen völlig verschwunden, ob man ihn gleich auch alsdann meistens noch sehen kann; wobey er eine röthliche Farbe zeigt, die aber an verschiednen Orten der Erde verschieden erscheint.

§. 195.

§. 195. Zus. 1. Ist zu solcher Zeit der Mittelpunkt des ☽ in der Ecliptik, also in gerader Linie durch die Mittelpunkte der Sonne und Erde, als der Axe des Schattenkegels: so könnte alsdann, und auch, wenn der Mond nur nahe bey der Ecliptik ist, die Dfinsterniß daher kommen, daß die Erde ihren Schatten auf den ☽ wirft so, daß der ☽ sein Licht wirklich verliehrt, und allen Bewohnern der Erde auf einerley Art verfinstert erscheint. Und diese Hypothese ist außer Zweifel, da daraus alles bey Dfinsternissen begreiflich, und der Erfahrung auf das genaueste gemäß bestimmt wird.

§. 196. Zus. 2. Alsdann kann auch der ☽ durch gebrochenes Licht, das ihm die Erdatmosphäre zuschickt noch sichtbar bleiben, und diese Brechung die Farbe verursachen, die nach verschiednem Zustande der Erdatmosphäre verschieden ist.

§. 197. Die 20te Erfahr. Der Mond zeigt den bloßen Augen beständige große Gegenden, dunkler als die übrigen, die Flecken, maculae, heißen. Durch das Fernrohr aber sieht man noch mehr kleinere solche Gegenden, die durch hellere abgesondert sind; ferner, die Gränze der Erleuchtung, die elliptisch seyn sollte, höckerig und auf verschiedne Art gebogen; desgleichen über diese Gränze hinaus im dunkeln Theile des Mondes, auch in und um den Flecken, noch helle Tüpfelchen; endlich außer obigen beständigen Flecken, auch noch veränderliche, der Sonne entgegengesetzte, die

die sich in einem Kreise um die hellen Tüpfelchen mit Veränderung ihrer Gestalt und Größe bewegen.

§. 198. Bey zunehmendem Monde rücken die hellen Tüpfelchen innerhalb der Gränze, und zeigen sich andre außerhalb der neuen Gränze. Bey abnehmendem Monde sind die hellen Tüpfelchen nicht mehr zu sehen, wenn die Gränze davon gerückt ist.

§. 199. Zus. 1. Die beständigen Flecken müssen Materie seyn, die von demselben Lichte der Sonne nicht so stark, als die Materie der hellen Gegenden, erleuchtet wird.

Anm. Das Wasser verschluckt und zerstreuet das Licht, und erscheint dem Auge auf einer Höhe dunkler, als das Land; daher viele die Flecken für Wasser halten. Aber außerdem, daß auch feste Materien das Licht verschiedentlich zurückwerfen, würde Wasser häufige Dünste verursachen, wodurch der Mond trübe aussehen müßte; ohne noch andrer Umstände, als daß Hugen in den Flecken Vertiefungen gesehen hat, zu gedenken.

§. 200. Zus. 2. Die hellen Tüpfelchen müssen das Sonnenlicht auffangen, wenn es die umliegenden Theile noch nicht trift, folglich sich über die wagrechte Mondesfläche erheben, d. i. Berge seyn, die desto höher sind, je weiter sie von der Gränze der Erleuchtung liegen, die auch durch ihren Schatten die veränderlichen Flecke hervorbringen. Denn wenn der Sonnenstrahl SP (Fig. 77.) die Mondesfläche berührt, daß PQ die Gränze der Erleuchtung bestimmt, und man im dunkeln Theile ein helles Tüpfelchen n wahrnimmt: so muß dieses die Spitze eines Bergs

seyn

seyn, dessen Höhe N n ist, welche desto größer ausfällt, je größer der Winkel PL n wird.

§. 201. Zus. 3. Durch Instrumente, die man Micrometer nennt, lassen sich die scheinbaren Größen PL, PN, N n, messen, und mit einander in Verhältniß bringen. Mißt man auf diese Art die Lagen und Größen der Flecken und Berge: so läßt sich eine Mondcharte machen, und darinn alles benennen. Hevel nennt die Meere und Berge, wie die auf unsrer Erde. Ricciolus benennt die Berge nach Mathematikern, die Meere willkührlich. Nach diesen sind zwey vollkommnere Charten erschienen. Die eine von Cassini, wovon Herr de la Lande eine neue Ausgabe 1787 besorgt hat; die andre von Herrn Tob. Mayer, welche mit dessen hinterlassenen Schriften Herr Hofr. Lichtenberg 1775 herausgegeben hat, die sich auch, nebst vielen neuen Specialcharten in des Herrn Oberamtmann Schröters Selenotopographischen Fragmenten, Göttingen 1791. 4. befindet.

§. 202. **Anm.** Die Erhöhungen und Vertiefungen, die Berge und Thäler im Monde, geben ihm, wie unsrer Erde eine rauhe Oberfläche, welche macht, daß er so stark leuchtet. Denn bey einer glatten Fläche wäre der Mond ein Spiegel, der bey weiten nicht so hell aussehen würde, und worinn die Sonne als ein kleines Sterncheu zu sehen wäre.

§. 203. **Die 21te Erfahr.** Der Mond zeigt den Erdbewohnern beständig einerley Flecken (ausgenommen, daß an dem einen Rande ein neuer schmaler Streifen zum Vorschein kommt, und da für an dem

dem entgegengesetzten Rande ein alter verschwindet, in dem die Flecken in der Mitte periodisch bald west, bald ost, bald nord, bald südwärts treten; welches das Wanken, librato, des Mondes heißt.

§. 204. Zus. 1. Soll der Mond unsrer Erde nur immer einerley Seite zeigen: so muß sich diese während seines Umlaufs nach und nach gegen alle Weltgegenden kehren, folglich der Mond bey jedem Umlauf, also ohngefähr in 27 Tagen, sich selbst einmahl um seine Axe drehen.

§. 205. Zus. 3. Da der Mond nach der Ordnung der Zeichen um die Erde läuft: so muß das Umdrehen um seine Axe auch nach der Ordnung der Zeichen geschehen; folglich ein Auge in seinem Mittelpunkte die Flecken nach der Ordnung der Zeichen um sich gehen sehen.

§. 206. Zus. 4. Einem Beobachter auf dem Flecken, der sich mit dem Flecken zugleich umdrehete, ohne sich dieser Bewegung bewußt zu seyn, würde es vorkommen, (Opt. §. 52.) als wenn der ganze Himmel während dieser Zeit sich um ihn drehete. Dies gäbe also für den Mond, wie für die Erde, einen Tag, der aber aus 27 von unsern Tagen bestehet. Es sey nämlich um den Mond durch seine Pole und einen Flecken ein Kreis gelegt, ein Meridian des Fleckens, und das Auge im Mittelpunkte sehe diesen Meridian sich von einem gewissen Punkte am Himmel nach der Ordnung der Zeichen drehen,

bis

bis er wieder dahin kömmt: so giebt die Zeit, die darauf gehet, einen Tag für den Mond.

§. 207. Zus. 4. Nach der Verschiedenheit des angenommenen Punkts, ist auch der Tag und seine Größe in unsrer mittlern Zeit verschieden; und zwar

1) Sonnentag = 29 T. 12 St. 44 M. 3 S. 10 T. wenn solcher Punkt der Sonne Mittelpunkt ist.

2) Sterntag = 27 T. 7 St. 43 M. 11 S. 49 T. wenn solcher Punkt ein Fixstern ist.

3) Tag der ersten Bewegung = 27 T. 7 St. 43 M. 5 S. wenn solcher Punkt unser Frühlingspunkt ist. Dieser Tag ist hier kürzer als der Sterntag gegen §. 135., weil das Vorrücken unsrer Nachtgleichen in der Zeit einer Umdrehung des Mondes nicht ganz unmerklich bleibt.

4) Aequatorischer Tag = 27 T. 5 St. 5 M. 36 S. wenn solcher Punkt der aufsteigende Aequinoctialpunkt des Mondes ist. Hiezu denke man sich eine Ebene durch des Mondes Mittelpunkt mit unsrer Ecliptik parallel, die Mond-Ecliptik, welche den Mond-Aequator in den Aequinoctial-punkten schneidet, deren einer, von da die Mond-Ecliptik über den Aequator nordwärts heraufgehet, der aufsteigende heißt.

§. 208. **Anm.** Das **Wanken** des Mondes ist theils ein Wanken in seiner Länge, welches die Flecken etwas östlich und westlich bringt; theils ein Wanken in der Breite, welches sie südlich und nordlich bringt. Die Ursachen von beyden liegen in der

ungleichen Bewegung des Mondes, und können hier nicht erklärt werden.

§. 209. Die 22te Erf. Fixsterne oder Planeten, wenn sie vom Monde bedeckt werden, sehen beym Ein- und Ausgange länglicht und unförmlich aus; zuweilen aber bleibt ihre Gestalt unverändert.

§. 210. Anm. Hieraus und aus dem Ringe §. 183. haben einige auf eine Mondatmosphäre geschlossen, worinn die Strahlen der verdeckten Sterne, wenn sie nahe am Mondrande vorbeyfahren, gebrochen würden. Andre aber erklären beydes besser aus der Beugung des Lichts (Dioptr. §. 5.).

9. Die Beschaffenheit der übrigen Planeten.

§. 211. Aufg. Den jedesmahligen Stand eines Planeten §. 54. am Himmel zu finden.

Auflös. 1) Man bemerke wie beym Monde §. 51. die Fixsterne, zu denen der Planet kömmt. Hiedurch erkennt man ohngefähr seinen scheinbaren Gang und Geschwindigkeit, und kann bestimmen, wo er zu gewissen Zeiten ohngefähr stehen müsse, wenn man ihn auch vor der Sonne nicht sehen könnte.

2) Man beobachte den Planeten im Meridian, und bestimme dadurch seine Declination, Rectascension, Breite und Länge. Hiedurch, und durch Vergleichung mit Fixsternen, läßt sich seine scheinbare Bahn genauer bezeichnen, daß man deren Lage gegen die Ecliptik erkenne, und auf welche Art in ihr der Planet von Zeit zu Zeit fortrücke.

§. 212.

§. 212. Zus. 1. Man wird hiebey finden, daß die Planeten sich nicht weit von der Ecliptik zu beyden Seiten entfernen, und ihre scheinbare Bahnen innerhalb des Thierkreises §. 78. eingeschlossen sind.

§. 213. Zus. 2. Zeigt sich ein Planet vor Aufgang der Sonne am Morgenhorizonte, und kann man aus der Lage seiner Bahn erkennen, daß es eben der seyn müsse, den man einige Zeit vorher kurz nach Untergang der Sonne am Abendhorizont gesehen hat: so ist er jetzt Morgenstern, lucifer, da er vorher Abendstern, hesperus, war.

§. 214. **Anm.** Diese Benennungen kommen eigentlich allen Planeten, auch dem Monde zu; werden aber gewöhnlich nur von der Venus, die sich durch ihren Glanz so sehr auszeichnet, gebraucht. Nach Plin. H. N. II. 8. soll **Pythagoras** diesen Unterschied an der Venus (nicht die Venus selbst) zuerst entdeckt haben.

§. 215. Zus. 3. Ist der Planet, wie der Mond, eine dunkle Kugel: so muß er bey dem Fortrücken in seiner Bahn eben solche Abwechselung des Lichts, wie der Mond, und nach eben den Gründen §. 190. zeigen. Nur sind diese weniger merklich, wenn der Planet sehr weit von uns, und so klein ist, daß wir seine helle Scheibe, und einen Theil davon, nicht unterscheiden können; daher auch die Fernröhre bey Mars, Venus und Mercur dieses erst durch den Augenschein bestätigt haben, ob sie gleich dieses bey Jupiter, Saturn and Uranus, wegen ihrer gar zu großen Entfernung, nicht leisten können.

§. 216. Zus. 4. Nach den Bahnen der Venus und des Mercur müssen diese Planeten in solche Lage gegen die Sonne kommen können, daß sie nach und nach unterschiedene Stellen der Sonne bedecken (durch die Sonne gehen). Hiebey haben Venus und Mercur sich als schwarze runde Scheiben gezeigt, und sind also undurchsichtige Kugeln; welches auch so, wie beym Mars, aus ihrem ab- und zunehmenden Lichte erhellet.

§. 217. **Anm. 1.** Kepler glaubte 1607 den Mercur in der Sonne zu sehen; erkannte aber, als er 1612 Nachricht von den Sonnenflecken erhielt, daß dies ein Flecken gewesen war. Nach einer alten Lebensbeschreibung Carl des Großen soll Mercur in der Sonne erschienen seyn; welches, da Mercur dies nicht seyn konnte, die erste uns bekannte Entdeckung der Sonnenflecken ist.

§. 218. **Anm. 2.** Gassendi hat zuerst 1631. 7. Nov. den Mercur, und Horoccius 1639. 24. Nov. die Venus in der Sonne gesehen. Die letztern Durchgänge der Venus waren 1761. 6. Jun. und 1769. 3. Jun. der nächste ist 1874. Der letzte Durchgang des Mercur war 1789. 5. Nov. der nächste ist 1799. 7. May.

§. 219. Die 23ste Erfahr. Der ältere Cassini sahe 1666 in der Venus Flecken, und de la Hire, 1700, Berge, größer als im Monde. Im Mars und Jupiter hat man auch Flecken gesehen, aber nicht im Mercur, der der Sonne zu nahe, und im Saturn, der zu weit von uns ist. Im Jupiter sieht man Streifen, fascias, von veränderlicher Gestalt und Lage, dergleichen auch im Mars und Saturn gesehen worden.

§. 220. Zus. Aus den Flecken hat man, wie bey der Sonne, die Umdrehung der Planeten geschlossen.

♃ 9 St. 56 M. ♂ 24 St. 40 M. ♀ 24 St. nach Cassini, und 24 T. nach Bianchini.

Anm. Letzteres ist noch nicht ausgemacht, weil man die Venus nur kurze Zeit nach Untergange und vor Aufgange der Sonne, und nur in geringer Höhe, siehet; auch ihre Flecken nur in Italien gesehen werden können, also eine besondere Heiterkeit der Luft dazu nöthig scheint.

§. 221. Die 24ste Erfahr. Simon Marius 1609 und Galilăi 1610 haben beym Jupiter vier Sternchen entdeckt, die ihn beständig begleiten, und daher seine Trabanten, satellites, heißen. Diese verschwinden zuweilen bey heiterm Himmel, wenn ♃ zwischen ihnen und der ☉ ist; da hingegen ein schwarzer Flecken die Scheibe Jupiters durchwandert, wenn der Trabant zwischen ihm und der ☉ ist.

§. 222. Zus. Die Trabanten machen ihre Umläufe um den Jupiter, werfen auf ihn ihren Schatten, wofür man den schwarzen Flecken halten muß, und sind, so wie Jupiter selbst, dunkle Körper.

§. 223. Die 25ste Erfahr. Schon Galilăi 1610, Gassendi 1640, Hevel und andere haben im Saturn sehr veränderliche Gestalten bemerkt. Hugenius hat zuerst 1655 beym Saturn einen Trabanten, der ältere Cassini 1671, 72, 84, noch 4 andre, und Herr Doctor Herschel 1789 noch 2 neue, die in der Ordnung der erste und zweyte sind, entdeckt. Den vierten in der Ordnung hat man, da ♄ zwischen ihm und der ☉ war, bey heiterm Himmel verschwinden gesehen.

§. 224. Zus. Saturn ist auch ein dunkler Körper, weil er seinen Trabanten bedeckt. Die veränderlichen Gestalten des ♄ hat Hugenius 1655 zuerst aus einem breiten den Saturn in einigem Abstande umgebenden Ringe erklärt, der seine Neigung gegen die Ecliptik beständig behalte. Auf diesem Ringe hat Herr Messier 1774 leuchtende Tüpfelchen bemerkt.

§. 225. Die 26ste Erfahr. Herr Doctor Herschel hat 1787 zwey Trabanten des neuen Planeten Uranus entdeckt.

§. 226. Zus. Nach aller Analogie muß man auch den Uranus und seine Trabanten für dunkle Körper halten.

§. 227. Erkl. Die §. 54. angezeigten Planeten Uranus, Saturnus, Jupiter, Mars, Venus, Mercurius, heißen Hauptplaneten; die Trabanten eines Hauptplaneten aber Nebenplaneten, dergleichen man bis jetzt beym Uranus 2, beym Saturn 7, und beym Jupiter 4 kennt.

§. 228. **Anm.** 1. Aus dem Folgenden wird erhellen, daß die Hauptplaneten um die Sonne laufen, und daß dazu noch unsere Erde ♁ kömmt, deren Trabant oder Nebenplanet der Mond ist; daher die obigen Trabanten auch den Nahmen **Monde** führen. Die §. 227. zuerst genannten 4 Hauptplaneten heißen **obere**, weil sich die Erde zwischen ihnen und der Sonne befindet; die 2 letzten aber **untere**, weil sie zwischen der Erde und der Sonne sind.

§. 229. **Anm.** 2. Von einem Trabanten des Mars weiß man bis jetzt nichts. Mercur ist der Sonne zu nahe, als daß man einen Trabanten sehen könnte. Bey der Venus wollen Cassini 1686, Schort 1740, und Montaigne 1761 einen Trabanten gesehen haben, von dem man seit dem nichts weiter verspührt hat, und der also mit Recht bezweifelt wird.

10. Die Ordnung der Himmelskörper.

§. 230. Die 27ste Erfahr. Uranus, Saturn, Jupiter und Mars, kommen, wie unser Mond §. 188, mit der Sonne in Conjunction und Opposition; aber Venus entfernt sich von der Sonne nie viel über 47, und Mercur nur bis 28 Grad. Venus (und so auch Mercur) ist voll §. 215, wenn sie nach der obern Conjunction Abendstern wird, und nimmt ab bis zum Mondsviertel, da sie die größte Entfernung hat. Von da nähert sie sich wieder und nimmt ab, bis sie als Sichel erscheint, da sie in die untere Conjunction kömmt. Nach dieser zeigt sie sich wieder sichelförmig bis zum Mondsviertel, da sie die größte Entfernung hat, von da sie sich wieder nähert und zugleich zunimmt.

§. 231. Zus. 1. Wenn Venus und Mercur voll sind: so müssen sie ihre erleuchtete Seite der Erde und Sonne zukehren, daß also die Sonne zwischen ihnen und der Erde ist; wenn sie aber neu sind, also der Erde ihre dunkle Seite zukehren, müssen sie zwischen der Sonne und der Erde seyn. Folglich gehen sie um die Sonne in Bahnen, welche die Erde nicht mit einschließen. Dies erhellet auch aus ihrem Durchgange durch die Sonne §. 217, und daß sie nie der Sonne entgegengesetzt sind. Das Gegentheil bey den obern Planeten beweist, daß deren Bahnen die Erde in sich enthalten.

§. 232. Zus. 2. Der Kreis um die Sonne S (Fig. 78.) sey die Bahn eines untern Planeten, und

TO

TO eine Tangente von der Erde T: so benimmt der Winkel bey T die größte Digression des Planeten. Nun sey auch W der Sonne westlich, und O östlich. A die obere, B die untere Conjunction: so ist die Venus in BWA Morgenstern, und in AOB Abendstern.

§. 233. Hypothese. Um die Sonne sollen nach der Ordnung der Zeichen die Planeten ☿ ♀ ♁ ♂ ♃ ♄ in Kreisen laufen, deren Halbmesser sich wie die Zahlen 4, 7, 10, 15, 52, 95 verhalten (d. i. nach dem Folgenden, wie die mittlern Entfernungen der Planeten von der Sonne, da dann für den neuen Planeten ♁ die Zahl 191 gehört). Die Bahn der Erde ♁ soll in der Ebene der Ecliptik (der scheinbaren Bahn der Sonne) liegen, und mit ihr sollen die Bahnen der übrigen Planeten verschiedene nicht große Winkel machen. Die Erde soll ihre Bahn in einem Jahre zurücklegen, und sich zugleich täglich um eine sich immer parallel bleibende Axe drehen, die mit der Axe ihrer Bahn einen Winkel von $23\frac{1}{2}$ Grad mache. Der Mond ☽ soll um die Erde in einem Kreise (Epicykel) laufen, dessen Mittelpunkt der Mittelpunkt der Erde ist, und der sich zugleich mit der Erde um die Sonne ☉ bewege. Solche Epicykel denke man sich auch für die Trabanten um ihre Hauptplaneten. §. 227.

§. 234. **Anm.** Diese Hypothese, woraus sich, wie bald gezeigt wird, die gemeine und eigene Bewegung der Himmelskörper vollkommen und ungezwungen erklären läßt, ist von **Nicolaus Copernicus** 1543 zuerst bekannt gemacht, und nachher durch unzählige Beobachtungen, besonders seit Erfindung der Fernröhre

röhre, auſſer allen Zweifel geſetzt worden. Die alte griechiſche Hypotheſe, die **Ptolemäus** im Almageſt darſtellet, ſetzte, dem ſinnlichen Scheine nach, unſre Erde in die Mitte der Welt unbeweglich, und ließ um ſie den Mond, die Sonne, die 5 übrigen Planeten, und die Fixſterne ſich in 8 abgeſonderten Sphären umdrehen. Die neuere Hypotheſe des **Tycho de Brahe** 1588 ſetzt gleichfalls die Erde in die Mitte unbeweglich, und läßt den Mond und die Sonne, letztere aber mit den übrigen Planeten in Epicykeln um ſie laufen. Dieſe Hypotheſe erhielt gleich nach ihrer Bekanntmachung einen ausgebreiteten Beyfall, verdrängte die Ptolemäiſche völlig, und bahnte dadurch den Weg zur allgemeinen Annahme des Copernicaniſchen Syſtems, welches aber erſt durch **Keplers** und **Newtons** Entdeckungen zur vollkommenſten Einſicht und Beſtimmtheit gebracht worden iſt.

§. 235. I. Die tägliche und gemeine Bewegung der geſammten Himmelskörper wird aus der bloßen Umdrehung der Erdkugel begreiflich.

1) Die Erdkugel drehe ſich um die Weltaxe PQ, (Fig. 79.) die durch der Erde Mittelpunkt C, und zwey entgegengeſetzte Punkte ihrer Oberfläche, die Erdpole, p, q, gehe. Eine Ebene durch den Mittelpunkt ſenkrecht auf die Axe, giebt den Erdäquator, und, genugſam verlängert, den Himmelsäquator. Ein Kreis durch die Erdpole p, q, und einen Ort n heiße der Meridian des Orts, (wie beym Monde §. 206. der Meridian des Flecken) CnN iſt die Scheitellinie des Orts n, und N deſſen Zenith; da dann der Kreis durch P, N, Q, der Meridian am Himmel, mit dem Kreiſe durch p, q, n, dem Meridian auf der Erde, in einer Ebene iſt.

2) Drehet ſich nun die Erdkugel von n nach m, von Abend nach Morgen, d. i. nach der Ordnung

der

der Zeichen, daß n den Bogen n m beschreibt: so wird es dem Zuschauer in n, der sich solcher Bewegung nicht bewußt ist, vorkommen, (Opt. §. 52.) als hätte der Punkt M am Himmel von Morgen nach Abend, d. i. gegen die Ordnung der Zeichen, den Bogen MN beschrieben, welcher dem Bogen n m parallel seyn muß, weil der Punkt N dem Zuschauer so weit vom Weltpole P erscheint, als sein Ort n vom Erdpole p abstehet. Dieses durch einen einzelnen Fall noch deutlicher zu machen, sey z. E. das Zeichen des Widders im Meridian des Orts n, und dieser drehe sich vom Widder nach dem Stiere: so wird nun der Widder an der westlichen Seite des Meridians seyn, und es scheinen, als wenn unterdessen das ganze Zeichen des Widders von Ost nach West gerückt sey.

3) So ist es offenbar natürlicher, die gemeine Bewegung für eine Erscheinung anzuerkennen, die bey allen Sternen auf einerley Art aus der einzigen Umdrehung der Erde erfolgt, als anzunehmen, daß alle Sterne mit unglaublichen Geschwindigkeiten und von unglaublichen Kräften täglich um die Erde herumgeführt, und den Planeten zwey entgegengesetzte Bewegungen von Ost nach West und von West nach Ost zu gleicher Zeit mitgetheilt würden. Versuche mit dem Pendel, die hier nicht erklärt werden können, setzen die Umdrehung der Erde vollends ganz ausser Zweifel.

§. 236. II. Der jährliche Umlauf der Sonne in der Ecliptik wird aus dem Umlaufe der Erde um die Sonne begreiflich.

1) Der Mittelpunkt der Erde T (Fig. 76.) gehe nach der Ordnung der Zeichen um die Sonne S in einer Bahn, welche, genugsam verlängert, die Ecliptik giebt. Ist nun T z. E. aus 7 in 8 gerückt: so erscheint die Sonne in 2, da man sie vorher in 1 sahe, und scheint also von 1 nach 2 gegangen zu seyn.

2) Da mit dem Umlaufe der Erde zugleich die Umdrehung um ihre Axe verbunden ist, beyde aber bey freyer Bewegung nicht in einander wirken, d. i. die Axe durch den Umlauf zwar aus der Stelle, aber nicht aus ihrer Lage gebracht wird: so bleibt sich dieselbe von selbst stets parallel, und behält den Winkel unverändert bey, den sie einmal mit der Ebene ihrer Bahn hat, und der die Neigung des Erdäquators gegen solche Ebene macht. Dieses giebt die Schiefe der Ecliptik, und deren Durchschnitt mit dem Aequator, die Nachtgleichen. Solcher Durchschnitt aber dreht sich langsam gegen die Ordnung der Zeichen, und verursacht dadurch das Vorrücken der Nachtgleichen.

3) Der Durchmesser der Erdbahn ist, wie aus dem Folgenden erhellet, gegen die Entfernung der Fixsterne so klein, daß Linien von jedem Punkte der Erdbahn nach einem Fixsterne, wenn dieser unbeweglich ist, immer parallel bleiben, und die sich stets parallele Axe der Erde, an welchem Orte ihrer Bahn sie auch sey, immer nur einen Punkt des Himmels treffe.

4) Der Winkel, den eine Linie nach dem Fixsterne mit der Ebene der Erdbahn macht, giebt des Sterns

Breite;

Breite; dieses Winkels Ebene aber den Breitenkreis, dessen Durchschnitt mit der Erdbahn die Länge des Sterns bestimmt. Letztere verändert sich durch das Vorrücken der Nachtgleichen; erstere aber bleibt unveränderet, wenn Fixstern und Erdbahn unbeweglich bleiben.

5) Aus Obigem läßt sich durch eine leichte Zeichnung die Abwechselung der Tageslängen und Jahreszeiten völlig begreiflich machen.

§. 237. III. Der öfters sonderbare Gang, den die Planeten bey ihrer eigenen Bewegung haben, wird aus ihrem und der Erde Umlauf um die Sonne begreiflich.

1) Planet und die Erde bewegen sich nach der Ordnung der Zeichen, sind rechtläufig, directi, wie sie auch so einem Auge im Mittelpunkte der Sonne stets erscheinen würden. Nun ist zwar der Planet nicht in der Ebene der Erdbahn, aber doch nicht weit davon, und kann zu gegenwärtiger Absicht ohne besonderm Fehler darinn gesetzt werden, oder man kann auch statt seiner die Punkte annehmen, worin Perpendikel von ihm auf die Ebene sie treffen.

2) Der kleinere Kreis ABC.... um die Sonne S (Fig. 80.) sey die Erdbahn; der größere abc.... die Bahn eines obern Planeten, der größte $\alpha\beta\gamma$... am Fixsternhimmel. Bey der Opposition gehe die Erde durch AB, indem der Planet, der sich langsamer bewegt, durch ab gehet: so wird der Planet in

K gesehen, und scheint also rückläufig, retrogradus, zu seyn, da er doch in der That rechtläufig gewesen ist. Bey der Conjunction gehe die Erde durch EF, indem der Planet durch a b gehet: so wird der Planet in ß gesehen, und scheint sich also sehr schnell zu bewegen. Bey jedem Uebergange des Planeten aus dem Rechtlaufe zu dem Rücklaufe, oder umgekehrt, giebt es allemahl eine kleine Zwischenzeit, wo sein Fortrücken der Erde unmerklich ist, da er dann stillstehend, stationarius, heißt.

3) Der größere Kreis a b c (Fig. 80.) sey die Erdbahn, der kleinere A B C die Bahn eines untern Planeten: so siehet man leicht ein, daß der Planet durch GAC rechtläufig, und durch CEG rückläufig seyn müsse. Bliebe die Erde in T: so erfolgten die Stillstände in den Tangenten, welche die größte Elongation bestimmen §. 232. Bewegt sich aber die Erde aus T in t, welches gegen den Lauf des Planeten nur wenig beträgt: so ändert solches in Obigem nur dies, daß der Rechtlauf beschleunigt, der Rücklauf verzögert, und der Stillstand ein wenig verrückt wird.

§. 238. IV. Auch die Erscheinungen des Mondes werden aus seiner Bahn um die Erde, die mit der Erde zugleich um die Sonne gehet, begreiflich.

1) Man nehme an, welches für gegenwärtige Absicht zulässig ist, daß der Mond in der Ebene der Erdbahn sey, und die Erde täglich ohngefähr 1 Grad,

der Mond 13 Grad fortrücke. Ist nun die Erde, die in A (Fig. 81.) den Mond in Conjunction mit der Sonne S in V sahe, von A nach B gekommen: so ist der Mittelpunkt der Mondbahn jetzt in B, da er vorher in A war. Hätte nun der Mond keine eigene Bewegung, sondern würde blos mit seiner Bahn von der Erde um die Sonne geführet, daß also die Linie von der Erde nach dem Monde stets eine parallele Lage behielte: so würde der Mond nun mehr in der Linie BC, die wegen geringer Verhältniß der Erdbahn gegen die Ecliptik mit AS einerley Punkt am Himmel trift, folglich noch wie zuvor in Conjunction mit der Sonne in V erscheinen. Da aber, wenn z. E. ASB = 7 Grad wäre, der Mond um 91 Grad unterdeß fortgerückt ist: so erscheint er nun in der auf BC senkrechten Linie BD, folglich in E.

Zus. Ueberhaupt findet man also die jedesmahlige Stelle des Mondes, wenn man durch die gegebene Stelle der Erde eine Linie mit derjenigen, worinn der Mond vorher erschien, parallel ziehet, und auf sie eine andre unter dem Winkel setzt, um welchen der Mond unterdeß fortgerückt ist. Hieraus aber siehet man, daß der Winkel SBD spitz ist, d. i. daß der Mond noch nicht das erste Viertel erreicht hat, wenn er um die Erde einen Winkel von 90 Grad beschrieben hat. Das Aehnliche hievon ist bey 180, 270 und 360 Grad.

2) Wäre AB (Fig. 81.) = 27 Grad, und der Mond unterdeß, daß die Erde aus A in B gerückt,

in seiner Bahn ganz herumgekommen: so wird er in der Linie BC mit AV parallel, also in V wieder gesehen.

a) War nun bey V ein Fixstern, bey dem die Erde in A den Mond sahe: so erscheint er ihr in B wieder bey diesem Fixsterne. Dies heißt ein sideri-scher Umlauf des Mondes, da dann diese Umlaufs-zeit oder der siderische Monat = 27 T. 7 St. 43 M. 11,5069 S. so groß, als der Sterntag §. 207.

b) War V die Frühlings-Nachtgleiche, die unter-deß etwas zurückgewichen ist; so siehet die Erde in B den Mond das zweytemahl bey der Nachtgleiche, ehe sie ihn bey dem Fixsterne siehet. Dies giebt einen periodischen Umlauf; da dann diese Umlaufszeit, oder der periodische Monat, = 27 T. 7 St. 43 M. 4,6480 S. so groß als der Tag der ersten Bewe-gung. §. 207.

c) War bey V die Sonne, die unterdeß in ihrer scheinbaren Bahn weiter fortgerückt ist: so ist der Mond, wenn er in BC, also beym Fixstern V erscheint, noch nicht wieder in Conjunction, sondern muß nebst der Erde noch etwas weiter fortrücken: dies giebt ei-nen synodischen Umlauf; da dann diese Umlaufszeit oder der synodische Monat = 29 T. 12 St. 44 M. 2,8921 S. so groß, als der Sonnentag §. 207.

Anm. Die angegebenen Zahlen sind **mittlere**, weil jede Art des Monats bald etwas größer, bald etwas kleiner ist. Läßt man die Secunden weg: so machen 13 siderische oder periodische Mo-nate 355 T. 4 St. 19′; und 12 synodische 354 T. 8 St. 48′. So viel Monate jeder Art fallen also in die Zeit eines Jahres. Nach dem periodischen Monate durchläuft der Mond in einem Tage 13° 10′ 35,028″; in einer Stunde 32′ 56,4″; in einer Minute 32,94″.

3) Soll der Mond den Schatten der Erde erreichen: so muß er in Opposition, und ohnweit der Ecliptik, sich befinden, auch die Spitze des Schattenkegels (Opt. §. 28.) über den Mond hinausgehen. Zwar rückt die Erde, und mit ihr der Schattenkegel, nach der Ordnung der Zeichen fort; aber der Mond, der auch in dieser Ordnung, und schneller fortrückt, holt den Schatten ein, der alsdann den Erdbewohnern in entgegengesetzter Richtung in der Mondscheibe fortzurücken scheint. Aehnliche Betrachtungen lassen sich bey den Sonnenfinsternissen, da der Mond in Conjunction stehet, anstellen.

§. 239. Die 28ste Erf. Tycho, und andre nach ihm, haben den kleinsten Abstand jedes beliebigen Fixsterns vom Scheitel zu entgegengesetzten Zeiten des Jahres stets einerley gefunden.

§. 240. Zus. 1. Es sey AB (Fig. 82.) der Durchmesser der Erdbahn. Zuerst sey die Erde in A, wo ihr die Sonne S im Frühlingspunkte erscheine, AZ die Scheitellinie eines Beobachters, F ein unbeweglicher Fixstern, und FAZ sein kleinster Abstand vom Scheitel. Ein halb Jahr darauf sey die Erde in B, wo ihr die Sonne S im Herbstpunkte erscheinen wird, BZ die Scheitellinie des vorigen Beobachters, und FBZ des vorigen Fixsterns kleinster Abstand vom Scheitel: so ist FAZ = FBZ §. 239. Nun sind AZ, BZ. parallel, weil sie stets einerley Winkel mit der Erdaxe machen, und diese stets in einerley parallelen Lage bleibt §. 236. folglich sind auch AF, BF, parallel (Ster. §. 81.)

§. 18.). Diese kommen aber, da sie nach dem Sterne F gerichtet sind, in diesem Punkte zusammen, und machen daselbst den Winkel AFB, die Parallaxe der Erdbahn, oder die jährliche Parallaxe des Sterns F. Dieser Winkel muß demnach unmerklich, folglich der Durchmesser der Erdbahn AB gegen die Weite des Sterns AF oder BF nicht zu achten seyn. (Vergl. §. 156.)

§. 241. **Anm.** Man hat zwar in dem kleinsten Abstande eines Fixsterns vom Scheitel zu verschiednen Zeiten kleine Unterschiede gefunden, aber mit Umständen, die eine ganz andre Ursache vermuthen ließen, und die man auch hernach in der **Abirrung des Lichts**, und in dem **Wanken der Erdaxe** gefunden hat, worüber aber sich hier keine Aufklärung geben läßt.

§. 242. Zus. 2. Da nach dem Folgenden der Durchmesser der Erdbahn 24000 Durchmesser der Erde hält, d. i. der Halbmesser der Erde $\frac{1}{24000}$ des Halbmessers der Erdbahn ist: so kann die tägliche Parallaxe der Fixsterne §. 168. nur $\frac{1}{24000}$ der jährlichen betragen. Da nun diese schon unmerklich ist §. 240: so ist gar nicht daran zu gedenken, daß man jene bemerken könne.

§. 243. Zus. 3. Die Weite der Fixsterne von uns ist demnach so groß, daß alle Linien von jedem Punkte der Erdbahn, folglich noch mehr der Erdfläche, nach einem Fixsterne parallel sind; und die ganze Erdbahn in einem Fixsterne wie ein Punkt erscheint §. 157. Bey dieser großen Entfernung der Fixsterne, und bey ihrer so geringen scheinbaren Größe, die durch die größten Fernröhre nicht einmahl merklich wird, ha-

ben sie doch ein viel lebhafteres Licht, als die nahen und groß-erscheinenden Planeten. Dies Licht kann also nicht von der Sonne herkommen, sondern muß ihnen eigen seyn, d. i. sie müssen selbstleuchtende Körper seyn.

§. 244. **Anm.** 1. Da die Planeten dunkle Körper sind, die ihr Licht von der Sonne, welche, wie die Fixsterne, ein selbstleuchtender Körper ist, empfangen: so kann man mit Recht die Sonne zu den Fixsternen zählen, und diese wiederum als eben so viele Sonnen ansehen, so daß um jeden derselben, nach der Analogie zu urtheilen; wie um unsere Sonne, auch Planeten laufen, die von ihm erleuchtet und erwärmt werden, uns aber ihrer großen Entfernung wegen unsichtbar bleiben.

§. 245. **Anm.** 2. Jede dieser Sonnen, mit den ihr zugehörigen Planeten, macht ein **Sonnensystem.** Das, wozu unsre Erde mitgehört, nennen wir **unser Sonnensystem.** Dieses stehet, nach der Analogie zu urtheilen, mit den übrigen Systemen in einer gewissen Ordnung und Verbindung, und macht mit ihnen ein Ganzes, oder das **Weltgebäude, Weltall, Universum;** worüber Fontenelle, Thomas, Wright, Lambert, Herschel, besondere Schriften bekannt gemacht haben.

§. 246. **Anm.** 3. So wie das, was von allen Systemen, und ihrer vielfach möglichen Verbindung, gesagt werden kann, nichts als Vermuthung ist: so, und noch vielmehr, ist auch das, was man aus der Aehnlichkeit der Planeten mit unsrer Erde herzuleiten pflegt, größtentheils bloße, oft ganz übertriebene, Muthmaßung; obgleich Aehnlichkeiten in diesen Dingen nicht zu läugnen sind. Schon die Pythagoräer hielten den Mond für bewohnt, und mit Thieren und Pflanzen besetzt; einige Neuere bringen sogar Menschen in den Mond, auch in den Jupiter und in andere Planeten, und beschreiben uns ihre Natur, ihre Augen u. s. w. Andere Vergleichungen hingegen, z. E. daß unser Bley und Zinn im Mercur stets flüssig, und unser Queckſilber im Saturn und Uranus stets fest seyn würde, und dergleichen, zeigen genugsam, daß auf andern Planeten ganz andere Dinge, als bey uns, seyn müssen, und die Aehnlichkeit nicht so gar groß seyn könne.

§. 247. **Anm.** 4. Zuverlässiger ist die Bestimmung, wie einem Beobachter in der Sonne oder in einem der Planeten die Welt vorkommen müsse, womit auch de la Caille seine Anweisung zur Astronomie anfängt. Dieses, so wie die Kenntniß von der genauern Beschaffenheit unsers Sonnensystems, ist uns angemessener und brauchbarer, als alle Spiele der Einbildungskraft. Da aber diese Untersuchungen mehrere Kenntnisse erfordern, als im Vorhergehenden vorausgeschickt werden konnten: so müssen sie dem zweyten Cursus vorbehalten bleiben. Jedoch einige historische Nachrichten davon sollen hier als Anhang vorläufig gegeben werden.

Anhang

Von der nähern Beschaffenheit unsers Sonnensystems.

1. Die Bahnen der Planeten sind nicht Kreise, sondern Ellipsen (Ster. §. 84.) Es sey (Fig. 83.) eine solche Planetenbahn, und deren Brennpunkte F, S, große Axe AP, und Mittelpunkt C. Ist nun in S die Sonne: so heißt CS die Eccentricität, A die Sonnenferne, aphelium, P die Sonnennähe, perihelium, A und P gemeinschaftlich die Apsiden, apsides, und AP die Apsidenlinie, linea apsidum.

2. Die größte Weite des Planeten von der Sonne ist SA, die kleinste SP, das Mittel von beyden giebt seine mittlere Weite.

3. Man denke sich, als führte der Planet, wenn er z. E. den Bogen AMN durchläuft, eine Linie von der Sonne nach ihm, wie SA, den Radiusvector, immer mit sich, daß sie über die Fläche der Ellipse hinstreiche: so verhalten sich nach dem Keplerischen Gesetze die Zeiten durch AM und MN, wie die Flächen oder Sectoren ASM, MSN, über die der Radiusvector hingestrichen ist, und so auch in allen übrigen Fällen. Ist nun der Planet von der Sonnenferne A weiter fortgerückt, z. E. bis M: so bestimmt der Winkel ASM den Bogen AM, den er in solcher Zeit durchgelaufen ist. Dergleichen Winkel sind bey

glei-

gleichen Zeiten ungleich; nimmt man sie aber für gleich an: so nennt man dies die mittlere Bewegung. Der Winkel der mittlern Bewegung (die mittlere Anomalie) giebt den mittlern Ort; der Winkel aber der wahren Bewegung ASM (die wahre oder coäquirte Anomalie) giebt den wahren Ort M. Der Unterschied beyder Anomalien heißt die Gleichung der Bahn, aequatio orbitae, s. prostaphaeresis.

4. Jeder Planet beschreibt um S seine eigene Ellipse. Verlängert man deren Ebene bis an den Fixstern-Himmel: so schneidet sie daselbst die scheinbare Bahn des Planeten ab, wie sie einem Beobachter in S erscheint.

5. Es bedeute (Fig. 83.) die Bahn unserer Erde, deren Ebene das Papier ist: so giebt diese erweitert am Himmel die Ecliptik, oder scheinbare Sonnenbahn. Nun sey die Erde in der Sonnenferne A, der Frühlingspunkt V in der Linie SV, oder der ihr parallelen AV: so ist die Länge der Sonne VSP (= VAP) und sie selbst in der Erdferne. Nach 235 Jahren fand man diese Länge = VSp, um $4^{\circ}\,9'\,58''$ vergrößert, daß also in dieser Zeit die Axe der Erdbahn aus der Lage AP in die Lage ap gekommen war, welches im Durchschnitt auf ein Jahr $1'\,4''$ beträgt.

6. Die Zeit von einer Erdferne zur andern, oder das anomalistische Jahr übertrift also das siderische §. 134. um so viel, als die Zeit beträgt, in welcher

cher die Erde diese 1′4″ in ihrer Bahn zurücklegt, d. i. um 6 M. 9 S.

7. De la Lande fand den scheinbaren Durchmesser der Sonne um die Zeit des Sonnenstillstandes 31′31″, aber um die Zeit des Winterstillstandes 32′36″. Daher war zur ersten Zeit die Erde in der Sonnenferne A, oder die Sonne in der Erdferne, apogaeo, zur zweyten die Erde in der Sonnennähe P, oder die Sonne in der Erdnähe, perigaeo. Bringt man obige Zahlen auf Secunden: so findet man AS:SP = 1956:1891.

8. Die tägliche Bewegung der Sonne ist in der Erdferne 57′, in der Erdnähe 61′ und schwebt in den übrigen Stellen ihrer Bahn ohngefähr zwischen diesen Größen. Bey der mittlern Bewegung (3) wenn man das tropische Sonnenjahr §. 106. annimmt, kömmt für jeden Tag 59′ 8″ (Wachsthum der Länge.) denkt man sich nun eine erdichtete Sonne, die mit dieser Geschwindigkeit (Wachsthum der Rectascension) den Aequator durchlief, während daß die wahre Sonne mit ihrer veränderlichen Geschwindigkeit die Ecliptik durchläuft: so liegt hierinn der Grund des Unterschiedes zwischen den mittlern und wahren Sonnentagen §. 91.

9. Der jedesmahlige Unterschied zwischen den beyden Sonnentagen (8) oder der Zeit, wenn die erdichtete, und wenn die wahre Sonne culminirt, heißt die Gleichung der Zeit. Diese erfodert also, daß man den Bogen des Aequators, um welchen die Rectascensionen der wahren und erdichteten Sonne

ver-

verschieden sind, in Zeit verwandele. Nun ist die Rectascension der erdichteten Sonne der mittlern Länge gleich gesetzt worden (8) folglich findet man die Gleichung der Zeit, wenn man den Unterschied unter der mittlern Länge, und der wahren Rectascension der Sonne in Zeit verwandelt. Und hienach sind Tafeln berechnet worden.

10. Ein mittlerer und wahrer Sonnentag sind nie viel über 30 Secunden, gemeiniglich viel weniger von einander unterschieden; summirt man aber diese kleinen Unterschiede von Tag zu Tag: so kann die Zeitgleichung auch wohl bis zu 15 Minuten und darüber wachsen. Dies geschieht in den gewöhnlichen Tafeln, welche zeigen: wenn eine Uhr am wahren Mittage eines gewissen Tages die 12te Stunde gewiesen hat, wie viel sie am wahren Mittage eines jeden andern Tages im Jahre weisen müsse. Solche Tafeln gelten eigentlich nur für ein Jahr, theils wegen Vorrücken der Nachtgleichen, theils wegen Einrichtung des bürgerlichen Jahres. Allgemein ist davon anzuzeigen, daß 4 mahl im Jahre, nämlich 15 Apr. 15 Jun. 31 Aug. 24 Dec. die Zeitgleichung = 0 sey, und daß sie 2 mahl im Jahre, nämlich 10 Febr. und 17 Nov. bis auf 15 Minuten wachse.

11. Es bedeute (Fig. 84.) die Bahn der Erde T, um die Sonne S. Ueber ihr sey ein Planet P, und dessen Bahn in der Ebene durch oPN, welche die Ebene der Erdbahn in der Linie ON schneidet. Von P sey PR auf die Ebene der Erdbahn senkrecht, folglich

lich auch die Ebene PRT sowohl, als PRS: so heißt R der projicirte Ort des Planeten SP, TP seine Weite, SR, TR seine curtirte Weite, PTR seine Breite, PSR, die Breite von der Sonne aus, seine Neigung.

12. Werden die Ebenen dieser Bahnen, der Erde nämlich und des Planeten, bis an den Fixsternhimmel verlängert, wo sie die scheinbaren Bahnen der Sonne und des Planeten abschneiden: so giebt der Winkel PSR, wenn er am größten wird, die Neigung der Planetenbahn gegen die Ecliptik. Die Punkte, wo die verlängerte ON die Ecliptik schneidet, heißen die Knoten, nodi, und zwar der aufsteigende ☊ adscendens (beym Monde Drachenkopf) wo der Planet aus Süden nach Norden übergehet; der absteigende ☋ descendens (beym Monde Drachenschwanz) wo der Planet sich wieder nach Süden wendet. Die jedesmahlige Entfernung des Planeten vom aufsteigenden Knoten, wonach sich seine Breite richtet, heißt das Argument der Breite.

13. Die Knoten rücken gegen die Ordnung der Zeichen. Dies kann man bey Mondfinsternissen deutlich bemerken, da der Mond im Knoten oder nahe dabey ist. Denn bey den folgenden Finsternissen findet man den Mond, folglich die Knoten, immer weiter rückwärts, so daß sie binnen 18 J. 228 T. 4 St. 52 M. 52 S. (das Jahr zu 365 T. gerechnet) durch die ganze Ecliptik herumkommen. Die Zeit des Mondes vom aufsteigenden Knoten bis wieder dahin, heißt der Drachenmonat,

ist

ist daher kürzer als der siderische §. 238. und beträgt 27 T. 5 St. 6 M. 56 S.

14. Des Planeten projicirter Ort R wird von der Sonne Mittelpunkt aus in SR, von der Erde Mittelpunkt aus in TR gesehen. Diese Linien, bis zur Ecliptik verlängert, geben daselbst des Planeten heliocentrischen und geocentrischen Ort. Am letztern wird der Punkt R von der Stelle der Erdfläche aus gesehen, in deren Scheitel der Planet zu der Zeit stehet. Von beyden ist noch der wahre Ort P zu unterscheiden. Die Astronomen bestimmen zuerst den heliocentrischen Ort, bringen ihn auf den geocentrischen, und hieraus auf den wahren Ort. Zugleich erhellet, daß die heliocentrische und geocentrische Länge des Planeten die Länge seines heliocentrischen und geocentrischen Orts sey. Auch zeigt (11) diesen Unterschied für die Breite.

15. Ist der Frühlingspunkt V in der Linie SV, oder der ihr parallelen TV: so machen diese Linien mit SR und TR Winkel, VSR, VTR, durch welche die beyden Oerter in (11) bestimmt werden. Erscheint die Sonne der Erde in der Linie TSE, da ihre Länge VTE: so ist RTE der Unterschied der geocentrischen Oerter der Sonne und des Planeten, und heißt der Elongationswinkel, oder der Winkel an der Erde. Den Winkel ESR nennt man den Commutationswinkel, oder den Winkel an der Sonne, und den Unterschied beyder Winkel SRT, (oder wenn man dessen Schenkel verlängert, den Bo-

gen der Ecliptik zwischen dem heliocentrischen und geocentrischen Orte) die Parallaxe der Erdbahn, auf ähnliche Art wie bey den Fixsternen §. 240. Doch wird ein Fixstern aus zwey verschiednen Stellen der Erdbahn, ein Planet aber aus der Sonne und einer Stelle der Erdbahn betrachtet. Und hier sollte eigentlich der Winkel SPT die Parallaxe der Erdbahn seyn; es ist aber gewöhnlich, den Planeten auf die Ebene der Ecliptik zu reduciren, und die Linien aus S und T nach seinem reducirten Ort R zu ziehen.

16. Ist der Planet in Conjunction oder Opposition mit der Sonne, d. i. seine Elongation o oder 180 Grad; so wird er von der Sonne und von der Erde aus in einerley geraden Linie gesehen. Dies dient seine Umlaufszeit zu bestimmen. Denn wenn der Planet einmahl herum ist: so wird sein projicirter Ort von der Sonne aus wieder in derselben Stelle der Ecliptik gesehen; wobey man aber doch den tropischen Umlauf, in Ansehung der Aequinoctialpunkte, und den siderischen Umlauf, in Ansehung der Fixsterne, von einander unterscheiden muß. Hiezu kömmt noch für die Erde, die unterdessen ihren Ort verändert hat, der synodische Umlauf von einer Conjunction mit der Sonne bis wieder dahin.

17. Aus den Umlaufszeiten der Planeten lassen sich die Verhältnisse ihrer Weiten von einander finden, mittelst des Keplerischen Gesetzes: daß die Quadratzahlen der Umlaufszeiten sich wie die Cubikzahlen ihrer Weiten von einander verhalten; welches sich auch auf die Trabanten eines Hauptplaneten anwenden läßt.

18.

18. Durch Hülfe der Parallaxe §. 167. findet man die Entfernung der Erde von der Sonne in Erdhalbmessern; hieraus also mit Hülfe der Proportion in (17) auch die Entfernungen der übrigen Planeten von der Sonne.

19. **Anm.** Setzt man die Weite des Saturns von der Sonne = 100: so kommen für die Weite des Mercurs 4 solcher Theile, der Venus 7, der Erde 10, des Mars 16, des Jupiters 52, des Uranus 196. Dies giebt folgende Reihe:

☿ = 4; ♀ = 4 + 3; ♁ = 4 + 2. 3; ♂ = 4 + 4. 3; ein Planet zwischen ♂ und ♃ = 4 + 8. 3; ♃ = 4 + 16. 3; ♄ = 4 + 32. 3; ⊙ = 4 + 64. 3. nach den Berliner Ephemer. Von 1789. S. 128 verhalten sich die Entfernungen der äußersten Monde von ihren Hauptplaneten, wie die Entfernungen der Hauptplaneten von der Sonne. Z. E. ♃ ist 5, ♄ 10 mahl weiter, als ♁ von der ⊙. Daher ist der äußerste Mond von ♃ 5, ♄ 10 mahl weiter, als unser Mond von der Erde ist.

20. In (Fig. 78.) wo S der Mittelpunkt der Sonne oder eines Planeten, T der Erde ist, kennt man TS aus (19) woraus und aus OTS, oder dem scheinbaren Halbmesser, der wahre Halbmesser SO bestimmt wird. Ist Parallaxe oder scheinbarer Halbmesser, oder beyde veränderlich: so muß man sie für die jedesmahlige Zeit, da man den wahren Halbmesser kennen will, bestimmen.

21. **Anm.** In den Berlinischen Sammlungen astronomischer Tafeln findet sich eine vollständige Darstellung unsers Sonnensystems nach verschiednen astronomischen Tafeln. Um das Vorzüglichste mit einem Blicke zu übersehen, ist hier am Schlusse eine kurze tabellarische Vorstellung davon beygefügt. Nach dergleichen Angaben kann man sich die Beschaffenheit unsers Sonnensystems durch **Zeichnungen** und **Modelle** versinnlichen; wie man denn auch verschiedne schon verfertigte Planetenscheiben und

Pla-

Planetenmaschienen haben kann. Vor allen Dingen aber muß man nicht verabsäumen, die erlangten astronomischen Kenntnisse mit dem Himmel selbst fleißig zu vergleichen, wozu sich alle erwünschte Hülfsmittel in des Herrn Prof. **Bode** Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, Berlin 1788 befinden.

22. Wenn (Fig. 40. nach Opt. §. 28.) die beyden Kugeln Sonne und Erde sind, deren Halbmesser AC, BD, nebst Entfernung ihrer Mittelpunkte AB, bekannt sind: so läßt sich daraus der Schattenkegel der Erde bestimmen. Ist nun Br des Mondes Weite von der Erde: so findet man rs den Halbmesser des Erdschattens in der Gegend wo der Mond durchgehet, wenn er zur Zeit des Vollmondes seinem Knoten nahe genug ist. Denn, wenn alsdann seine Breite so groß, als die Summe seines Halbmessers und rs ist: so berührt blos der Rand des Mondes den Erdschatten. Gleiche Betrachtungen lassen sich über den Halbmesser des Halbschattens rt anstellen.

23. Sind (Fig. 41.) die beyden Kugeln Sonne und Mond: so ist der Kegel KHh der Mondschatten, welcher zur Zeit der Conjunction ohnweit der Knoten den Oertern der Erde, die er trift, die Sonne verdeckt, (Sonnenfinsterniß, vom Monde aus Erdfinsterniß.)

24. Bedeckungen der Sonne von den untern Planeten, heißen Durchgänge. Sie geschehen, wenn die Breite dieser Planeten bey ihrer untern Conjunction kleiner, als der Sonne Halbmesser ist, folglich wenn sie nahe bey ihren Knoten sind.

1) Des Mercurs Knoten sind von der Sonne aus im 16° ♉ und ♏, wo wir die Sonne den 6. May und 8. Nov. sehen; daher nur um diese Zeit, und wenn er sich alsdann nahe bey seinem Knoten befindet, sein Durchgang möglich ist; welches sich gemeiniglich erst nach 7 oder 13 Jahren zuträgt. Daher sind seit 1631 nur 17 Durchgänge gewesen, wozu noch 1799 den 7. May der 18te kommen wird.

2) Die Knoten der Venus sind von der Sonne aus im 14° ♊ und ♐, wo wir die Sonne den 4. Jun. und 5. Dec. sehen; da dann die Venus in ihrer untern Conjunction und ohnweit ihres Knoten seyn muß. Acht Jahr nach einem Durchgange kann ein zweyter bey eben dem Knoten kommen, alsdann aber ist der nächste bey demselben Knoten erst nach 235 Jahren möglich. Daher sind seit 150 Jahren nur 3 Durchgänge der Venus gewesen: 1639. 4te Dec.; 1761. 6te Jun.; 1769. 3te Dec. Der 4te wird 1874 den 9. Dec. erfolgen.

25. Soll ein Planet einen andern, oder einen Fixstern einem Orte der Erde verdecken: so müssen Linien von dem Orte durch den Planeten, den andern oder den Fixstern treffen; welches geschiehet, wenn der Unterschied der Breiten des bedeckenden und bedeckten Körpers des ersten Halbmesser nicht übersteigt. Sind diese Größen fast gleich: so erfolgt blos eine nahe Zusammenkunft. Bedeckungen der Planeten und Fixsterne durch den Mond geschehen

bey seiner beträchtlichen Größe und seinem schnellen Laufe sehr häufig; aber Bedeckungen der Planeten unter einander selbst sind äußerst selten, öfterer erfolgen nahe Zusammenkünfte. Eine Bedeckung des Mercur durch die Venus ist 1737 den 17. May beobachtet worden. Die ältern Nachrichten von vermeintlichen Bedeckungen der Planeten fallen vor Erfindung der Fernröhre, und beweisen blos nahe Zusammenkünfte.

26. Außer den Planeten, von denen bisher die Rede gewesen ist, zeigen sich uns auch noch andre Himmelskörper mit eigener Bewegung, die sich von andern Sternen vornehmlich durch Schweife unterscheiden, und daher **Kometen** (Haarsterne) genannt werden. Sie bewegen sich nicht blos von Abend nach Morgen und im Thierkreise, sondern nach vielerley andern Richtungen, und durch vielerley andere Himmelsgegenden, verschwinden auch nach kurzer Zeit Sichtbarkeit wieder. Da sich ein Komet den entferntesten Orten der Erde zu einerley Zeit bey einerley Fixsternen zeigt: so läßt sich seine scheinbare Bahn unter den Fixsternen auf Sterncharten verzeichnen, und der Komet ehe er den bloßen Augen sichtbar wird, und wenn er ihnen schon verschwunden ist, mit Fernröhren wenigstens eine Zeitlang verfolgen. So lange man ihn beobachten kann, muß man aus seinem scheinbaren Laufe, wie bey den Planeten, seine Bahn zu bestimmen suchen, nehmlich Sonnennähe, Knotenlinie und Neigung der Bahn.

Tref-

Treffen diese Bestimmungen für zwey zu unterschiednen Zeiten beobachtete Kometen zusammen: so laufen sie in einer Bahn, oder es ist vielmehr derselbe Komet der zum zweytenmahl wieder erscheint, und in der Zwischenzeit seinen Umlauf vollendet hat. Solche Umlaufszeit zu bestimmen, hat Halley zuerst vom Kometen 1682 gewagt, der auch seiner Ankündigung ziemlich gemäß, 1758 wieder erschienen ist. Herr de la Lande findet, wenn seine Umlaufszeit 28070 Tage gewesen ist, in Halbmessern der Erdbahn, die halbe große Axe = 18,07575; die Sonnennähe = 0,58350; die Excentricität = 17,49225. Bey einer so sehr excentrischen, und also langen Ellipse, ist es auch begreiflich, daß ein Komet nur, wenn er sich der Sonne nähert, uns sichtbar seyn könne, und bey seiner Entfernung unsern Augen wieder verschwinden müsse.

Nach allen diesen Umständen sind demnach die Kometen mehrere unserm Sonnensystem annoch zugehörige Planeten, die durch einen großen Theil ihrer Laufbahn, der Entfernung wegen, uns unsichtbar sind. In den Berliner Sammlungen astronomischer Tafeln ist ein Verzeichniß von 479 Kometen von den ältesten Zeiten her bis zum Jahr 1774; wovon aber noch manche ausfallen müssen, ob es gleich gewiß ist, daß man durch das Fernrohr häufig Kometen erblickt, und nur die den bloßen Augen sichtbare selten sind.

	wahre Durchmesser.	Zeit der Umwälzung.	Tropische Umlaufszeit.	Entfernung von der ⊙ im Halbmessern der Erdbahn.	
		T. St. M. S.	T. St. M. S.	größte.	kleinste.
Sonne	112, 79	25. 12. -- --	-- -- --	- - - -	- - - -
Mercur	0, 41	-- -- --	. . . 87. 23. 14. 26	0, 46670	0, 30750
Venus	0, 97	-- 23. 20 --	224. 16. 41. 32	0, 72843	0, 71318
Erde	1, 00	-- 23. 56. 3½	365. 5. 48. 45½	1, 01680	0, 98320
Mars	0, 67	-- 24. 40 --	686. 22. 18. 27	1, 66587	1, 38151
Jupiter	11, 39	-- 9. 57. --	4330. 8. 58. 27	5, 45375	4, 94821
Saturn	10, 10	-- -- -- --	10749. 7. 21. 50	10, 07147	9, 00727
f. Ring.	23, 57	-- -- -- --	-- -- -- --	-- --	- - - - -
Uranus.	4, 21	-- -- -- --	30589, 8. 38. 34	20, 07918	18, 28806
Mond b. Erde	0, 273	27. 7. 43. 5	27. 7. 43.	63, 62	55, 87
				Entfernung des Mondes von der Erde in Erdhalbmessern.	

Mer-

	Neigung der Bahn		Ort des ☊ für 1. Jan. 1750.		Jährliche Bewegung		Ort des ☊ für 1. Jan. 1750.		Jährliche Bewegung	
	°	′ ″	°	′ ″	°	′ ″	°	′ ″	°	′ ″
Mercur	7.	0. 0.	1.	15. 21.	0.	45.	8.	13. 33.	3.	0.
Venus	3.	23. 20.	2.	14. 26.	0.	31.	10.	8. 13.	0.	0.
Erde										
Mars	1.	51. 0.	1.	17. 36.	0.	40.	5.	1. 28.	24.	
Jupiter	1.	19. 10.	3.	8. 16.	0.	5.	6.	10. 22.	31.	
Saturn	2.	23. 20.	3.	21. 31.	0.	30.	8.	29. 54.	30.	
Uranus	0.	46. 16.	2.	12. 46.	1.	0.	11.	47. 6.	44.	
Mond b. Erde	5.	15.								

1. Jan. 1784.

II.

Die Geographie.

1. Gestalt und Größe der Erde.

§. 1. Die 1ste Erf. Wenn man die Mittagshöhe eines Sterns zwischen unserm Scheitelpunkte und dem Nordpole (Astr. (§. 49.) gemessen hat, und hierauf in einerley Mittagslinie (Astr. §. 44.) immer weiter nach Norden fortgehet: so findet man die Mittagshöhe desselben Sterns immer größer und größer. d. i. seinen Abstand vom Scheitel immer geringer, bis er im Scheitel, ja gar jenseits durch den Mittagskreis gehet.

§. 2. Zus. 1. Man setze (Fig. 86.) zwey Oerter der Erde M, N, in einerley Mittagsfläche, N nördlicher als M, wo man denselben Stern nach den Linien MK, NL, die parallel sind (Astr. §. 243.) culminiren siehet. Nun wird die Erdfläche von der Mittagsfläche entweder in der geraden Linie MN, oder in einer gebogenen MWN geschnitten. Wäre dies erste: so müßten die Mittagshöhen des Sterns KMN, LNV, gleich seyn (Plan. §. 86.) welches doch nicht ist §. 1. Ist daher das letztere, und für die beyden Oerter die Horizonte MO, PO, die sich in O schneiden: so ist die Mittagshöhe des Sterns für den südlichen Ort OMK, für den nördlichen PNL, und diese größer, als jene §. 1. Nun ist PNL + LNO =

2 R = LNO + ONM + NMO + OMK (Plan §.86.) Folglich ist PNL — OMK = ONM + NMO = SOM (Plan. §. 98.) Wenn nun die Perpendikel auf die Horizonte NQ, MQ in Q zusammentreffen: so ist (nach Plan. §. 103. in der Figur NQMO) Q + O = 2 R = O + SOM, folglich Q = SOM = PNL — OMK.

§. 3. Zus. 2. Gehet man von M so weit fort, daß der Mittagshöhen Unterschied PNL — OMK einen Grad beträgt: so machen die Verticallinien bey Q einen Winkel von einem Grade §. 2. Alsdann heißt die Länge MWN ein Grad auf der Erdfläche, und zwar ein Grad des Erdmeridians.

§. 4. Zus. 3. Fände man durch Messungen alle Grade eines Erd-Meridians von einerley Länge: so wäre der Meridian ein Kreis, dessen Mittelpunkt Q, und MWN ein Bogen dieses Kreises. Alsdann könnte man sich vorstellen, daß die Gestalt der Erde entstünde, indem die halbe Meridianfläche sich um ihren Durchmesser ringsum drehete.

§. 5. Zus. 4. Ist hienach die Erde eine Kugel: so findet man aus der Länge eines Grades, die man 15 geographische Meilen nennt, den Umfang eines größten Kreises = 5400, folglich den Durchmesser beynahe = 1720, und den Halbmesser beynahe = 860 Meilen (Plan. §. 269.) Hienach wäre die Fläche eines größten Kreises = 2322000 Quadr. Meilen (Plan. §. 268.) folglich die Oberfläche der

Erdkugel, die 4 mahl so groß ist (Ster. §. 136.) = 9288000 Quadr. Meilen.

§. 6. Zus. 5. Hat die Erde eine Kugelgestalt, und ist folglich von Süden nach Norden, und von Osten nach Westen gekrümmt: so geht den östlichern Oertern die Sonne eher auf und unter, als den westlichern, und jene haben eher Mittag, als diese. Zählen daher beyde ihre Stunden von Mittag an: so zählen in einerley Augenblicke jene mehr, als diese.

§. 7. Erkl. Wenn bey einer Erscheinung, die ein östlicher und westlicher Ort in einerley Augenblicke sehen, z. E. bey Anfang einer Mondfinsterniß (Astr. 193.) oder beym Austritt eines Trabanten aus Jupiters Schatten (Astr. §. 221.) jener des Abends um 11 Uhr, dieser um 10 Uhr zählet: so hat jener eine Stunde eher Mittag gehabt als dieser. Dies heißt der **Unterschied des Mittags**. Dieser in Bogen des Aequators verwandelt, (Astr. §. 98.) giebt den **Unterschied der Mittagskreise**, differentia meridianorum; **wobey man für einen Ort nur den Halbkreis nimmt, und den andern den entgegengesetzten Mittagskreis nennt.**

§. 8. **Anm.** Da aus der angenommenen Krümmung der Erde von Morgen nach Abend dieser Unterschied des Mittags folgt: so kann man rückwärts von diesem auf jene schließen, welche daher die Erfahrung außer Zweifel setzt. Nun folgt zwar aus der kugelförmigen Gestalt der Erde ihr kegelförmiger Schatten, und dessen kreisförmiger Durchschnitt mit der Mondscheibe; aber nicht umgekehrt aus diesem jene, da auch Körper die keine

Kugeln sind, unter gewissen Umständen einen kreisförmigen Schatten geben können.

§. 9. Erkl. Nimmt man die Erde (Fig. 79.) für eine Kugel, und ihren Mittelpunkt C für den Mittelpunkt des Fixsternhimmels (Astr. §. 240.) und denkt sich von da Linien nach allen merkwürdigen Kreisen und Punkten der Himmelskugel (Astr. §. 79.) so bestimmen solche auf der Erdfläche ähnliche Kreise, die eben die Nahmen führen. So giebt die Weltaxe PQ die Erdaxe pq, und Erdpole p, q; ein Ort auf der Erde m, den man wegen der Größe der Erde, selbst bey einer ganzen Stadt, als einen Punkt ansiehet, liegt in seiner Scheitellinie CM; seine Mittagsfläche PMQ schneidet die Erdfläche in dem Mittagskreise des Orts pmq; der Aequator AV schneidet die Erdfläche in dem Erdäquator av; jeder Parallelkreis am Himmel MN giebt die Grundfläche eines Kegels, dessen Spitze C; und der Durchschnitt dieses Kegels mit der Erdfläche einen zugehörigen Parallelkreis auf der Erde mn.

§. 10. Erkl. Die Erdkugel in (Fig. 79.) werde durch (Fig. 88.) vorgestellet. Der Mittagskreis eines Orts m schneide den Aequator in v, der entgegengesetzte aber in a, und ein andrer beliebiger, den man den ersten nennt in o: so heißt mv die Breite des Orts, welche wie die Abweichung (Astr. §. 38.) nördlich oder südlich ist, und der Bogen ov seine Länge, welche östlich oder westlich ist.

§. 11. Zus. 1. Die Linien Cm, Cp (Fig. 79.) gehen nach dem Zenith und Weltpole M, P; folglich ist pm der Abstand des Zeniths vom Weltpole, und dessen Ergänzung mv (d. i. die Breite des Orts m, oder seines Parallelkreises) seiner Polhöhe gleich, welche man (Astr. §. 47.) findet.

§. 12. Zus. 2. Die Länge der Oerter s, r, (Fig. 88.) sind die Bogen ot, ok, als die Maaße der Winkel ops, opr. Der Unterschied dieser Bogen tk, oder dieser Winkel, spr, heißt der Unterschied der Länge der Oerter s und r, oder ihrer Mittagskreise psq, prq, und wird gefunden, wenn man den Unterschied der Mittage in Bogen des Aequators verwandelt. §. 7.

§. 13. Zus. 3. Hienach hat man Verzeichnisse von der Lage der Oerter nach ihrer Länge und Breite gemacht; auch solche auf eine künstliche Erdkugel, wie die Sterne auf die künstliche Himmelskugel, aufgetragen; desgleichen Projectionen der Erdkugel und ihrer Theile, oder Landcharten gezeichnet; wovon (Astr. §. 125. 126.) zu vergleichen.

§. 14. Die 2te Erf. Nach genauen Messungen (die hier nicht erklärt werden können) hat man die Grade eines Erdmeridians §. 3. nicht von gleicher Länge gefunden; und zwar jeden desto größer, je weiter er vom Aequator abstand.

§. 15. In des Herrn Prof. Bode Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel, Berlin 1786.

sind

sind alle bisher gemessene Grade des Mittagskreises nach Toisen folgendermaßen angegeben:

Beobachter.	Ort und Gegenden.	Mittlere Breite.	Länge des Grads.
Bouguer - -	Peru - - - - -	1° 20′ S.	56753.
de la Caille -	Vorgeb. d. g. Hofn.	33. 18 S.	57037.
Mason - -	Pensylvanien -	39. 12 N.	56888.
Boscowich -	bey Rom - - - -	43. 1.	56979.
Cassini - -	Perpignan, Rhodes	44. 33.	57048.
Beccaria -	Turin - - - - -	44. 44.	57138.
Liesganig - -	Ungarn - - - -	45. 57.	56881.
Cassini - -	Rhodes Bourges	46. 14.	57040.
- - - - -	Bourges Paris	47. 28.	57071.
Liesganig - -	Wien - - - - -	48. 43.	57086.
Cassini - -	Paris, Amiens	49. 20.	57074.
- - - - -	Amiens Dünkirch	50. 27.	57092.
Snellius - -	Holland - - - -	52. 2.	57145.
Norwood -	England - - - -	53. 0.	57300.
v. Maupertius	Lappland - - -	66. 19.	57422.

§. 16. Zus. 1. Die Erde ist also keine vollkommene Sphäre §. 5. sondern nur ein kugelähnlicher Körper, oder ein Sphäroid, das aus der Umdrehung, nicht eines halben Kreises, sondern einer andern krummlinichten Figur, um seine Axe entstehet.

§. 17. Zus. 2. Es stelle die krumme Linie (Fig. 85.) einen Mittagskreis der Erde vor, p q die Erdaxe, a v den Durchmesser des Aequators, und von

den

den beyden Stücken p m, a n, jeder einen ausgemessenen Grad. Betrachtet man diese Stücke als (Tangenten von) Kreisbogen, die mit den Halbmessern der Krümmung f p, g a, beschrieben sind, daß deren zugehörige Winkel p f m, a g n, jeder einen Grad betragen: so ist p m : a n = p f : a g. Da nun nach den Messungen §. 15. die Längen der Erdgrade vom Aequator gegen den Pol immer zunehmen: so muß a n folglich auch a g am kleinsten, p m und p f am größten; d. i. der Meridian bey p flächer, oder weniger gekrümmt, bey a erhobener, oder stärker gekrümmt seyn (Plan. §. 164.) Dieser Unterschied fällt aber bey den dazwischen liegenden Graden desto geringer aus, je näher sie an einander sind. §. 15.

§. 18. Zus. 3. Da alle diese Eigenschaften §. 17. bey einer nicht sehr eccentrischen Ellipse angetroffen werden: so kann man annehmen, die Erde weiche nicht allzuweit von der Kugelgestalt ab, und sey **ein bey den Polen zusammengedrücktes Sphäroid, welches entstehe, wenn sich die Fläche der halben Ellipse p v q (Fig. 85.) um die kleine Axe p q rings umdrehe.**

§. 19. **Anm. 1.** Diese Hypothese hat auch noch den Vortheil, daß die verschiednen Grade, woraus man die Gestalt der Erde bestimmen muß, nicht nothwendig in einerley Mittagsfläche seyn müssen, weil jede Mittagsfläche dieselbe Ellipse p v q, nur in einer andern Lage ist; auch daß man aus zweyen auf einer Seite des Aequators gemessenen Graden die Gestalt dieser Ellipse, wie auch p c und a c, d. i. die **halbe Erdaxe,** und den **Halbmesser des Aequators,** finden kann.

§. 20.

§. 20. **Anm.** 2. Ob es gleich allgemein gewiß, daß die Erdaxe kürzer ist, als des Aequators Durchmesser: so sind doch bisher noch immer verschiedene Verhältnisse herausgekommen, je nachdem man dieses oder jenes Paar von ausgemessenen Graden verglichen hat. Z. E. die Verhältniß der halben Erdaxe zum Halbmesser des Aequators, ist nach **Maupertius** 177:178, oder in Toisen 326800:3275398; nach **Bouguer** 178:179, oder in Toisen 3262688, 5:3281013. Herr Prof. **Klügel** findet, daß sich aus allen bisherigen Messungen auf der nördlichen Seite des Aequators folgendes noch am wahrscheinlichsten folgern lasse: obige Verhältniß 186:187, oder in Toisen 3262447:3279991: ein Grad des Aequators = 57247 T. folglich eine geographische Meile oder $\frac{1}{15}$ Grad = 3816, 5 T. ein mittlerer Grad des Mittagskreises = 57100 T. folglich eine geogr. Meile oder $\frac{1}{15}$ Grad = 3806, 7 T. der mittlere Halbmesser der Erde = 3275790 T. ein Grad des mittlern Umfangs der Erde = 57173, 5 T. folglich eine geographische Meile oder $\frac{1}{15}$ Grad = 3811, 6 T.

§. 21. **Anm.** 3. In den mehresten Fällen, und selbst bey Verfertigung der Globen und Landcharten, kömmt dieser geringe Unterschied nicht in Betracht, und kann man sich ohne merklichen Fehler die Erde als eine vollkommene Kugel vorstellen, da dann die Rechnung §. 5. statt findet, und die Größe der Meilen daselbst in §. 20. bestimmt ist.

§. 22. **Anm.** 4. Da bey der Umdrehung der Erde der Punkt m (Fig. 88.) den Parallelkreis m r n beschreibt, dessen Halbmesser d m ist: so giebt die Ergänzung der Breite p m den Winkel p c m, wodurch der rechtwinklichte Triangel c d m, folglich c d sowohl, als d m bestimmt wird, woraus man die Verhältniß der Grade des Aequators und des Parallelkreises findet. (Plan. §. 264. Zus.) Um aber den △ C d m in Fig. 88. zu bestimmen, mache man Fig. 94. F D = C m, beschreibe über F D einen halben Kreis, lege an F den Winkel D F C = p C m, und ziehe D C.

§. 23. **Zus.** 5. Die Richtungen der Schwere (Stat. §. 13.) gehen nur in den Polen und im Aequator durch den Mittelpunkt c des Sphäroids (Fig. 85.) Eine Linie von c nach einem Punkte des Sphäroids zwischen den Punkten a, p, v, q, macht also

mit

mit der Verticallinie daselbst einen Winkel, der in der Breite von 45 Grad am größten seyn muß, weil er gegen den Aequator sowohl, als gegen die Pole zu abnimmt.

§. 24. Erkl. Eine Zone, oder ein Erdstrich überhaupt, heißt jedes Stück der Kugelfläche zwischen zwey Parallelkreisen. Insbesondere heißt die heiße Zone, die zwischen den beyden Wendkreisen; die beyden gemäßigten Zonen, die zwischen jedem der beyden Wendekreise, und dem nächsten Polarkreise; und die beyden kalten Zonen das übrige Stück der Erdfläche, was jeder Polarkreis um seinen Pol einschließt.

§. 25. Zus. 1. Aus dem Winkel pCm (Fig. 88.) läßt sich nach §. 22. auch Cd bestimmen, und hienach die Größe einer Zone berechnen. (Ster. §. 137.)

§. 26. Zus. 2. Ein Stück dieser Zone, welches ein sphärisches Rechteck vorstellt, verhält sich zur ganzen Zone, wie der Unterschied der Mittagskreise, welche die Seiten des Rechtecks machen, zu 360 Grad.

§. 27. Zus. 3. Hat man eine Zone um den Pol: so giebt ein Stück derselben einen sphärischen Triangel, dessen Inhalt man mittelst eben der Proportion §. 26 findet.

---

2. Verschiedner Stand der Sphäre.

§. 28. Erkl. Die Weltkugel steht einem Beobachter auf der Erde senkrecht, sphaera recta, wenn die Tagekreise der Sterne mit seinem Horizonte rechte Winkel machen; schief, obliqua, wenn obgedachte Winkel schief sind; parallel, parallela, wenn obgedachte Tagekreise dem Horizonte parallel sind.

§. 29. Anm. Das erste ist unter dem Aequator, wo die Weltpole im Horizonte liegen, und man alle Sterne auf und untergehen siehet; das dritte ist unter den Polen, wo die Weltpole im Zenith sind; und nur die eine Hälfte des Himmels stets sichtbar ist, so daß gar keine Sterne weder auf noch untergehen; das zweyte ist auf der übrigen Erdfläche, wo immer weniger und weniger Sterne der einen Halbkugel auf, der andern untergehen. Dies und das Folgende erläutert die künstliche Kugel.

§. 30. Zus. 1. Einem Orte, dessen Breite der Abweichung der Sonne gleich ist, wird die Sonne vertical. Dies begegnet den Bewohnern der heißen Zone (ihre Gränzen ausgenommen) jährlich zweymahl, wobey doch den übrigen alsdann die Sonne im Mittage ziemlich hoch stehet. Den übrigen Zonen wird die Sonne nie vertical, und stehet auch im Mittage den kalten Zonen ziemlich niedrig. Daher sind auch die Nahmen der Zonen entstanden, weil die Sonne desto weniger erwärmt, je schiefer sie stehet; obgleich die Erwärmung auch auf der Entfernung der Sonne, und besonders auf der Länge der Tage beruhet.

§. 31. Zus. 2. Die unter dem Aequator haben stets Tag und Nacht gleich. Die übrigen

auf

auf der einen Seite des Aequators haben länger Tag als Nacht, wenn sich die Sonne auf dieser Seite befindet, und zur Zeit ihrer Sonnenwende den längsten Tag; indem das Gegentheil auf der andern Seite des Aequators zu gleicher Zeit statt findet. Der Unterschied zwischen Tag und Nacht nimmt mit der Breite des Orts zugleich zu. Für gleiche südliche und nördliche Breiten ist die Länge des Tages auf der einen Seite der Länge der Nacht auf der andern gleich.

§. 32. Zus. 3. Ist die Polhöhe eines Orts der Ergänzung der Abweichung der Sonne, d. i. ihrem Abstande vom nächsten Pole, gleich: so streift die Sonne am Horizonte, wenn sie am tiefsten kömmt, und erhebt sich gleich wieder. Ist sie kleiner: so geht die Sonne gar nicht unter. Ist sie größer: so geht die Sonne über dem Horizonte zweymahl durch den Mittagskreis. Nun kann der geringste Abstand der Sonne vom Pole $66\frac{1}{2}$ Grad seyn. Folglich finden diese Erscheinungen nur in der kalten Zone statt, und es kann nahe am Pole viele Monat, gleich unter dem Pole ohngefähr 6 Monat lang, Tag seyn. Von der Dämmerung dieser Gegenden vergleiche man (Astr. §. 139.)

§. 33. Zus. 4. Die Jahreszeiten vom Frühling an fangen sich über dem Aequator mit dem Eintritt der Sonne in ♈ ♋ ♎ ♑ an, und sind unter dem Aequator verwechselt. Sie können aber nicht genau

nau gleich seyn, weil die Erde in unserm Winter schneller gehet. (Astr. Anh. 8.)

§. 34. Erkl. Legt man vom Aequator an, dies- und jenseits, durch jeden Punkt, wo der längste Tag um eine halbe Stunde gewachsen ist, Parallelkreise: so erhält man Zonen oder Erdstreife, die man Climata nennt. Die Alten zählten deren nur 7, und nur über dem Aequator. Die mittlern Geographen zählen deren 30 über, und eben so viel (anticlimata) unter dem Aequator; wovon 24 nach halben Stunden, und die übrigen 6 nach ganzen Monaten gerechnet werden. Beyde benennen sie nach den merkwürdigsten Oertern in ihnen. Diese Eintheilung, welche die Alten zur Bestimmung der Polhöhen gebrauchten, ist für uns unnütz, und nur zum Verständniß der Alten nöthig.

§. 35. Erkl. Nach den verschiednen Umständen des Mittagsschattens erhalten die Erdbewohner besondere Nahmen: **Unschattige**, ascii, die keinen Schatten werfen, denen die Sonne im Scheitel stehet; **Zweyschattige**, amphiscii, die ihn bald nordbald südwärts werfen, denen die Sonne bald südlich bald nördlich stehet; **Einschattige**, heteroscii, die ihn stets nur auf einer Seite werfen, denen die Sonne stets nur auf eine Seite stehet; **Umschattige**, periscii, die ihn nach allen Seiten werfen, denen die Sonne nicht untergehet.

§. 36. Erkl. Auch nach den Lagen der Oerter heißen die Erdbewohner: **Gegenwohner**, antoeci,

in einerley Mittagskreisen und gleichen, aber entgegengesetzten Breiten; Gegenschattige, antiscii, in den nördlichen und südlichen Zonen, die ihren Mittagsschatten auf entgegengesetzte Seiten werfen; Nebenwohner, perioeci, in einerley Breite, aber entgegengesetzten Mittagskreisen; Gegenfüßler, antipodes, in entgegengesetzten Mittagskreisen, und gleichen, aber entgegengesetzten Breiten.

§. 37. Erkl. Zur Unterscheidung der Winde wird der Horizont (Fig. 93.) in 32 Weltgegenden getheilt. Die Mittagslinie giebt Nord und Süd, zwischen denen Ost und West. Diese heißen die 4 Hauptgegenden N. S. O. W. Die Halbirung dieser 4 Gegenden giebt die 4 ersten Nebengegenden, die nach jenen, zwischen denen sie liegen, benennt werden, so daß man die Gegenden in der Mittagslinie zuerst setzt: NO. NW. SO. SW. Die Halbirung dieser 8 Gegenden giebt eben so viel zweyte Nebengegenden, die nach jenen, zwischen denen sie liegen, benennt werden, so daß man die 4 Hauptgegenden zuerst setzt: NNO. NNW. SSO. SSW. ONO. OSO. WNW. WSW. Die Halbirung dieser 16 Gegenden giebt eben so viel dritte Nebengegenden, deren jede nach den 8 ersten Gegenden, bey der sie liegt, mit Zufügung der Hauptgegend, gegen welche sie von jener abweicht, benannt wird: NgO. NgW. SgO. SgW. OgN. OgS. WgN. WgS. NOgN. NOgO

NO g O. NW g N. NW g W. SO g O. SO g S. SW g S. SW g W.

Anm. Jede dieser 32 Gegenden oder **Striche**, macht mit der nächsten einen Winkel von $11\frac{1}{4}$ Grad; und wird noch in halbe und viertel Striche getheilt. Z. E. $S\frac{1}{4}O$, $S\frac{1}{4}W$ ꝛc. Eine Scheibe mit solcher Eintheilung heißt die **Windrose** oder **Schiffrose**, und macht mit der Magnetnadel verbunden den **Seecompaß** aus.

III.

Die Chronologie.

1. Die Eintheilung der Zeit.

§. 1. Erkl. Der astronomische Tag zählet von einem Mittage bis zum nächsten 24 gleiche Stunden; der bürgerliche (fast in ganz Europa) auch dergleichen 12 von Mitternacht bis Mittag, und wieder 12 von Mittag bis Mitternacht. (Astr. §. 97.) Der natürliche Tag ist die Zeit vom Aufgange bis zum nächsten Untergange der Sonne; und die Nacht von ihrem Untergange bis zum nächsten Aufgange. Beyder Dauer beruhet daher auf Polhöhe und Stand der Sonne; und giebt also ungleiche Stunden.

Anm. Die **Babylonier** und andere Morgenländer zählten 24 Stunden vom Aufgange der Sonne bis wieder dahin. Die **Juden** zählten 12 Stunden vom Untergange der Sonne bis zum Aufgange, und 12 vom Aufgange bis zum Untergange. Die **Italiäner** zählen noch jetzt 24 Stunden vom Untergange der Sonne bis wieder dahin.

§. 2. Erkl. Die Woche, hebdomas, ist eine Zeit von 7 Tagen.

Anm. Die Nahmen der Wochentage, wenn man den Sonnabend für den ersten annimmt, lassen sich aus einem astrologischen Aberglauben erklären. Man zähle nämlich in der Ptolemäischen Weltordnung (Astr. §. 234.) die Planeten von oben herunter ♄ ♃ ♂ ☉ ♀ ☿ ☽, lasse sie nach der Reihe die Stunden beherrschen, und benenne den Tag nach dem Planeten der ersten Stunde: so erhält man diese Folge: dies Saturni, Solis, Lunae, Martis, Mercurii, Jovis, Veneris. Denn in

den ersten 21 Stunden eines jeden Tages kommen alle 7 Planeten 3 mahl herum; daher fällt auf die erste Stunde des folgenden Tages derjenige, der nach dem Planeten der ersten Stunde des vorhergehenden Tages in der Ordnung der vierte ist. Demnach herrscht in der ersten Stunde des Sonnabends ♄, Sonntags ☉, Montags ☽, Dienstags ♂, Mittwochs ☿, Donnerstags ♃ Freytags ♀.

§. 3. Erkl. Der Sonnenmonat ist der zwölfte Theil eines tropischen Sonnenjahrs von 365 T. 5 St. 48 M. 45, 5 S. (Astr. §. 107.) und enthält daher 30 T. 10 St. 29 M. Der Mondenmonat, von einem Neumond bis zum nächsten, (der synodische) enthält 29 T. 12 St. 44 M. 3 S. (Astr. §. 238.) Im bürgerlichen Leben wird jener zu $30\frac{1}{2}$, oder abwechselnd zu 30 und 31; dieser zu $29\frac{1}{2}$, oder abwechselnd zu 29 und 30 Tagen angesetzt.

§. 4. **Anm.** 1. Diejenigen Völker, welche den synodischen Monat nicht gehörig zu berechnen wissen, haben einen **Erleuchtungsmonat**, wenn nach dem Neumonde der Mond zuerst erscheint, bis wieder dahin.

§. 5. **Anm.** 2. Auf welche Art die bürgerliche Abtheilung der Zeit, wo man immer volle Tage zu zählen hat, mit der astronomischen, die sich nach dem Laufe der Himmelskörper auch in den kleinsten Zeittheilgen richtet, verglichen werden könne (welches ein Hauptgeschäfte der Chronologie ist) kann gleich hier der Mondenmonat zu einem Beyspiele dienen. Da dieser zu $29\frac{1}{2}$ Tag, folglich um 44 M. 3 S. zu klein angenommen wird, welches in 33 Monaten 1 T. 13 M. 39 S. beträgt: so giebt man dem 33sten Monate einen Tag zu, welches **Einschaltung**, **intercalatio**, heißt; da dann 33 bürgerliche Monate von eben so viel synodischen nur noch um 13 M. 39 S. unterschieden sind. Diesen Unterschied, der auf jede Periode von 33 Mondenmonaten kömmt, kann man sammlen, bis er einen ganzen Tag beträgt, der alsdann auch eingeschaltet wird.

§. 6. Erkl. Ein bürgerliches Sonnenjahr ist die Zeit, welche dem tropischen Sonnenjahre von 365 T. 5 St. 48 M. 45, 5 S. (Astr. §. 107.) am nächsten kömmt; und heißt (nach dem Julius Cäsar) insbesondere das Julianische Jahr zu $365\frac{1}{4}$ Tagen, welches in 12 Monate eingetheilt wird; wovon der Februar 28 oder 29, vier Monate 30, und sieben 31 Tage haben. Man unterscheidet hiebey gemeine Jahre von 365 Tagen, und Schaltjahre intercalares, s. bissextiles, dergleichen jedesmahl das vierte Jahr ist, von 366 Tagen, in welchem nach dem 23. Febr. (VI. a. Cal.) ein Tag (bis VI. a. Cal.) eingeschaltet wird, daß folglich der Februar 29 Tage erhält.

§. 7. Zus. Das Julianische Jahr ist um $11\frac{1}{4}$ M. zu groß, welches, in 16 Jahren, 3 Stunden folglich, in 8. 16 d. i. 128 Jahren, 24 St. oder einen vollen Tag, und in 400 Jahren, 3 T. 3 St. beträgt.

§. 8. Erkl. Eine Epoche, ist die Zeit, von welcher ein Volk seine Jahrrechnung, Aera, zu zählen anfängt. Insbesondere ist die christliche Epoche die Zeit der Geburt Christi, mit welcher die christliche oder unsre gemeine Jahrrechnung, aera christiana, anfängt, welche auch, nach dem Dionysius Exiguus, der im 6. Jahrhunderte dazu die erste Veranlassung gegeben hat, die Dionysische heißt, und worinn das 4te Jahr ein Schaltjahr von 366 Tagen war.

§. 9. Zus. Dividirt man ein gegebenes Jahr der christlichen Jahrrechnung mit der Zahl 4: so geht die Division entweder auf, oder nicht. Im ersten Falle ist solches Jahr ein Schaltjahr; im zweyten zeigt der Rest, das wie vielste nach einem Schaltjahre es sey.

2. Die Kennzeichen der Zeit.

§. 10. Erkl. Kennzeichen der Zeit, characteres chronologici, sind Merkmahle woran man Zeiten von einander unterscheidet.

Anm. Sie sind theils **künstliche** oder eigentlich **chronologische**, dergleichen in dem folgenden angegeben werden; theils **natürliche** oder **astronomische**, dergleichen die Sonnen und Mondfinsternisse, und andere Erscheinungen am Himmel sind. Z. E. der Kayser **Augustus** starb im Jahre Roms 767, und bald darauf ereignete sich eine Mondfinsterniß in Pannonien, die nach astronomischen Rechnungen in das 14te christliche Jahr fällt; wonach also das 767ste J. Roms das 14te unsrer gemeinen Jahrrechnung ist.

§. 11. Erkl. Bezeichnet man die 7 ersten Tage eines jeden Jahres mit den 7 ersten Buchstaben des Alphabets, und wiederholt dieses bey den 7 folgenden Tagen, und so fort durchs ganze Jahr: so behält in jedem Jahre jeder Wochentag den einmahl erhaltenen Buchstaben; da dann derjenige, der dem Sonntage zugehört, der Sonntagsbuchstabe, litera dominicalis, heißt. Z. E. das Jahr 1792 im alten Kalender hat sich mit einem Donnerstage A angefangen, daher ist in diesem Jahre der Sonntagsbuchstabe D.

§. 12. Zus. 1. Da der erste Januar allemahl den Buchstaben A hat: so läßt sich leicht folgende Buchstabentafel für den 1sten eines jeden Monats verfertigen:

A. Januar	31 T.	B. May	31.	F. September	30.
D. Februar	28.	E. Junius	30.	A. October	31.
D. März	31.	G. Julius	31.	D. November	30.
G. April	30.	C. August	31.	F. December	31.

Anm. Um diese Buchstabenreihe in einem Schaltjahre nicht zu ändern, hat man dem Schalttage den Buchstaben des vorhergehenden 23. Febr. gelassen.

§. 13. Zus. 2. Bestünde das Jahr aus 364 Tagen, d. i. vollen 52 Wochen: so behielten die Wochentage stets einerley Buchstaben durch alle Jahre. Da aber über die 52 Wochen ein gemeines Jahr noch 1, ein Schaltjahr noch 2 Tage hat: so endigt sich jenes mit eben dem Wochentage, womit es anfängt, dieses aber mit dem darauf folgenden; wonach also auch der Wochentag für den 1sten des darauf folgenden Jahres bestimmt wird, und einen Buchstaben bekömmt, der um eine, im Schaltjahre um zwey Stellen zurückliegt.

Z. E. 1791 war der 1ste Januar im alten Kalender ein Mittewoch A, der 2te ein Donnerstag B ꝛc. der 5te ein Sonntag E, der 31ste December wieder ein Mittewoch, folglich der 1ste Januar 1792 ein Donnerstag A ꝛc. der 4te ein Sonntag D; der 23ste Febr. ein Montag E, der 24ste ein Dienstag (als Schalttag) wieder E, der 29ste ein Sonntag C,

der 31ste December ein Freytag; folglich der 1te Jan. 1793 ein Sonnabend A, der 2te ein Sonntag B.

§. 14. Zus. 3. Hienach erhält jedes Schaltjahr zwey Sonntagsbuchstaben; einen vor, den andern, der um eine Stelle weiter zurückliegt, nach dem Schalttage z. E. im Jahre 1792 ist nach dem alten Kalender der Sonntagsbuchstabe vor dem 24. Febr. D, nach dem 24. Febr. C.

§. 15. Zus. 4. Wären lauter gemeine Jahre: so würde der Sonntagsbuchstabe in 7 Jahren durch beständiges Rückwärtsgehen ganz herumkommen; da aber jedes 4te Jahr ein Schaltjahr ist, welches zwey Sonntagsbuchstaben hat: so folgen, nach einer Periode von 4 · 7 Jahren die Sonntagsbuchstaben wieder in eben der Ordnung auf einander, wie folgende (Julianische) Sonntagsbuchstaben-Tafel lehret, welche von GF rückwärts bis A gehet.

1. GF	8. E	15. C	22. A
2. E	9. DC	16. B	23. G
3. D	10. B	17. AG	24. F
4. C	11. A	18. F	25. ED
5. BA	12. G	19. E	26. C
6. G	13. FE	20. D	27. B
7. F	14. D	21. CB	28. A

§. 16. Erkl. Ein Zeitkreis, cyclus, circulus, heißt eine wiederkehrende Reihe von Jahren; und insbesondere der Sonnencirkel, cyclus solis, eigentlich

der Sonntagsbuchstabenkreis, die Zeit von 28 Jahren, nach deren Verlauf dieselbe, Folge der Sonntagsbuchstaben, von neuem wieder anfängt. §. 15.

§. 17. **Anm.** Nach dem **Dionysius Exiguus** im 6ten; nach dem **Beda Venerabilis** im 9ten Jahrhunderte, der den Vorschlag des ersten in Gang gebracht; und nach der Verbesserung des **Petavius** in doctrina temporum, fing das erste Jahr der gemeinen Jahrrechnung mit einem Sonnabend an, und war das erste nach einem Schaltjahre, folglich das 10te des Sonnencirkels in §. 15.

§. 18. **Zus.** Für jedes gegebene Jahr der gemeinen Jahrrechnung findet man den Sonnencirkel, wenn man die Zahl 9 addirt, und die Summe mit 28 dividirt; da dann der Rest anzeigt, das wie vielste Jahr das gegebene im Sonnencirkel §. 15. sey. Geht die Division auf: so ist es das letzte.

Z. E. $\frac{1792+9}{28}$ giebt 9 zum Reste, daher D. C. die Julianischen Sonntagsbuchstaben, d. i. für den alten Kalender, sind.

§. 19. **Erkl.** Ein astronomisches Mondenjahr ist die Zeit von 12 synodischen Monaten zu 29 T. 12 St. 44 M. 3 S. (Astr. §. 238.) und enthält also 354 T. 8 St. 48 M. 36 S.

Anm. Die Griechen hatten ein bürgerliches Mondenjahr von 12 Monaten, abwechselnd zu 29 und 30 Tagen, und schalteten nicht, wie §. 5, einzelne Tage, sondern immer einen ganzen Monat von 30 Tagen ein, welches, nach **Metons** Angabe, alle 19 Jahre 7 mahl geschah.

§. 20. **Zus.** Ein Julianisches Jahr zu $365\frac{1}{4}$ T. übertrift also das astronomische Mondenjahr um 10 T.

21 St. 11 M. 24 S. also beynahe um 11 Tage. Nimmt man daher an, daß ein Jahr sich mit dem Neumonde angefangen habe: so wird zu Anfange des folgenden 1sten Jahres ein Neumond 11 Tage vorhergegangen seyn, im 2ten 22 T. im 3ten 33, also auch 3 T. im 4ten 44, also auch 14 T. u. s. w. und im 20sten wieder, wie im 1sten, 11 T. Man findet daher für jedes dieser 19 Jahre, um wie viel Tage der nächste Neumond am 1sten Januar vorhergegangen sey, wenn man die Zahl eines solchen Jahres mit 11 multiplicirt, und mit 30 dividirt; wonach folgende (Julianische Epacten) Tafel gemacht ist:

1. XI.	5. XXV.	9. IX.	13. XXIII.	17. VII.
2. XXII.	6. VI.	10. XX.	14. IV.	18. XVIII.
3. III.	7. XVII.	11. I.	15. XV.	19. XXIX.
4. XIV.	8. XXVIII.	12. XII.	16. XXVI.	

§. 21. Erkl. **Epacten**, epactae, heißen die Zahlen §. 20, welche für den Anfang eines jeden Jahres das Mondalter angeben, d. i. wie viel Tage der letzte Neumond dem Anfange des Jahres vorgegangen sey. Der **Mondscirkel**, cyclus lunae, eigentlich der Epactencirkel, ist die Zeit von 19 Jahren, nach deren Verlauf dieselbe, folge der Epacten, von neuem wieder anfängt; und die Zahlen dieser Jahrreihe heissen die **güldnen Zahlen** §. 20.

§. 22. **Anm** Auf eben den Gründen, wie §. 17, beruhet, daß das erste Jahr der gemeinen Zeitrechnung das zweyte Jahr in dem Mondscirkel gewesen sey.

§. 23.

§. 23. Zus. Für jedes gegebene Jahr der gemeinen Jahrrechnung findet man also die güldene Zahl, wenn man die Zahl 1 addirt, und die Summe mit 19 dividirt; da dann der Rest die güldne Zahl anzeigt. Geht die Division auf: so ist 19 die güldene Zahl.

Z. E. $\frac{1792 + 1}{19}$ giebt 7 zum Reste; daher ist die güldene Zahl 7, und die Julianische Epacte XVII.

§. 24. **Anm.** Die Neumonde fallen zwar in jedem folgenden Mondscirkel auf dieselben Tage wieder, wie in dem vorhergehenden, aber nicht auf dieselben Stunden, welcher Unterschied nach 312 Jahren einen ganzen Tag beträgt.

§. 25. Erkl. Der Cirkel der römischen Zinszahlen, oder der Indictionscirkel, cyclus indictionum, ist eine wiederkehrende Reihe von 15 Jahren, und die Jahreszahl in dieser Reihe heißt die Indiction, oder der Römer Zinszahl.

§. 26. **Anm.** Auf den Gründen §. 17. beruhet, daß das erste Jahr der gemeinen Jahrrechnung der Römer Zinszahl 4 gehabt habe.

§. 27. Zus. Für jedes gegebene Jahr der gemeinen Jahrrechnung findet man daher die Indiction, wenn man die Zahl 3 addirt, und die Summe mit 15 dividirt, da dann der Rest die Indiction giebt. Geht die Division auf: so ist 15 die gesuchte Indiction.

Z. E. $\frac{1792 + 3}{15}$ giebt zum Rest 10, welche die Indiction ist.

§. 28. Erkl. Eine Periode ist ein zusammengesetzter Zeitkreis, oder ein Inbegrif mehrerer durch die

Mul-

Multiplication verbundner Zeitkreise. Insbesondere heißt die Julianische Periode (von Joseph Scaliger, der dabey Julianische Jahre zum Grunde gelegt) eine wiederkehrende Reihe von 7980 Jahren (als dem Producte aus obgedachten 3 Zeitkreisen, 28. 19. 15.) womit sich diese 3 Zeitkreise anfangen, und nach deren Verlauf sie in derselben Ordnung wieder fortlaufen. Die Zahlen der Zeitkreise eines jeden dieser Jahre heißen die Kennzeichen dieses Jahres § 10.

§. 29. Zus. 1. Die Kennzeichen eines jeden gegebenen Jahres der Julianischen Periode findet man, wenn man seine Zahl mit 15, 19, 28, dividirt; da dann der Rest das Jahr des Indictions, Monds und Sonnencykels giebt, und wo kein Rest bleibt, solches das letzte Jahr des Cykels anzeigt.

Z. E. 4714 mit 15, 19, 28 dividirt, giebt zum Reste das 4te Jahr des Indictions, das 2te des Mondes, und das 10te des Sonnencykels.

§. 30. Zus. 2. Da das erste Jahr der gemeinen Zeitrechnung eben die Kennzeichen 4, 2, 10 hat §. 17, 22, 26: so fällt es in das 4714ste Jahr d. J. P.

§. 31. Zus. 3. Bestimmt man die Epochen anderer Aeren nach Jahren unserer gemeinen Aere: so findet man dafür das zugehörige Jahr d. J. P. und kann hiedurch alle Jahrrechnungen der Völker bequem mit einander vergleichen. Z. E. das 767ste J. Roms war das 14te n. C. §. 10, folglich das 4727ste d. J. P. Folglich fällt die Erbauung Roms in das 3960ste,

und

und das 1ste Jahr nach der Erbauung in das 3961ste Jahr d. J. P. folglich in das J. v. C. 753. Da nun Rom im 3ten Jahre der 6ten Olympiade, folglich 28 J. nach Anfang der olympischen Jahrrechnung, erbauet worden: so fällt solcher Anfang in das Jahr 3938 d. J. P. folglich in das J. v. C. 776.

§. 32. **Anm.** 1. Die §. 30, 31. angegebenen Zahlen kann man beym Studio der Geschichte mit Sicherheit zum Grunde legen; weil darinnen alle Chronologen einstimmen müssen, welche nur in den Jahren der Welt so sehr von einander abweichen, und wohl nie vereinigt werden mögten. Der Grund dieser Abweichung liegt **theils** in den verschiednen Texten der mosaischen Schriften; indem von Adam bis zur Sündfluth, und von da bis zu Abrahams Geburt der **hebräische** Text 1656 und 292 J. der **samaritanische** 1307 und 942 J. der **griechische** 2262 und 1072 J. angiebt; **theils** in der verschiednen Auslegung des hebräischen Textes, wonach das erste Jahr unsrer gemeinen Jahrrechnung von den berühmtesten Chronologen: **Bengel** 3943; **Scaliger** 3950; **Petav** 3948; **Usser** 4004 J. nach der Schöpfung gesetzt wird. Hienach ist das erste Jahr der Welt, nach **Bengel**, das 772ste, nach **Scaliger** das 765ste, nach **Petav** das 731ste, nach **Usser** das 711te Jahr d. J. P., alle vom 1. Januar an gerechnet; welches dient, die Zeitrechnungen dieser Chronologen, deren eine so unzuverlässig als die andre ist, mit einander zu vergleichen. Für das Studium der Geschichte ist es demnach völlig einerley, welche davon man erwählen will; nur wäre es gut, immer bey einer, vornehmlich bey der einmahl eingeführten **Petavischen** Zeitrechnung zu bleiben; so wie überhaupt die ganze alte Geschichte nur nach einer Zeitrechnung durchzuführen.

§. 33. **Anm.** 2. Nur eine chronologische Untersuchung ist beym Studio der Geschichte nicht unnütz; nämlich der verschiedene Anfang des Jahres bey verschiednen Völkern. Z. E. die Olympischen Spiele wurden im ersten Monate nach dem Sommersolstitio gehalten; daher fällt jedes Olympische Jahr von der Mitte eines Julianischen Jahres bis zur Mitte des andern. So ist das erste Jahr der ersten Olympiade die zweyte Hälfte des 3938sten, und die erste Hälfte des 3939sten Jahres d. J. P. und so auch bey den folgenden.

3. Die Festrechnung und der Kalender.

§. 34. Erkl. Die Ostergränze, terminus paschalis, heißt der Tag, auf welchen der nächste Vollmond nach der Frühlingsnachtgleiche einfällt.

Anm. Dies gründet sich auf eine Anordnung, die man der ersten Nicäischen Synode 325 J. n. C. zuschreibt: daß das Osterfest, um es nicht mit den Juden zugleich zu feyern, stets auf denjenigen Sonntag fallen solle, der auf den nach der Frühlingsnachtgleiche zunächst eingetretenen Vollmond folgt, und daß die Frühlingsnachtgleiche stets auf den 21. März gesetzt werden solle.

§. 35. Zus. Dionysius §. 8. suchte zu seiner Zeit den Vollmond vor dem Ostersonntage (den Ostervollmond oder die Ostergränze) für jedes Jahr des Mondscirkel, und machte daraus folgende Tafel, worinn der Buchstabe nach §. 12 bestimmt ist:

1.	5. April	D	6.	10. Apr.	B	11.	15. Apr.	G
2.	25. März	G	7.	30. März	E	12.	4. Apr.	C
3.	13. Apr.	E	8.	18. Apr.	C	13.	24. März	F
4.	2. Apr.	A	9.	7. Apr.	F	14.	12. Apr.	D
5.	22. März	D	10.	27. März	B	15.	1. Apr.	G
						16.	21. März	C
						17.	9. Apr.	A
						18.	29. März	D
						19.	17. Apr.	B

§. 36. Zus. 2. Soll man für ein gegebenes Jahr der gemeinen Jahrrechnung das Julianische Osterfest (d. i. nach dem alten Kalender) der Vorschrift des Dionysius gemäß finden: so suche man für dasselbe

den

den Sonntagsbuchstaben und die güldne Zahl §. 18, 23. Letztere zeigt in der Tafel §. 35, auf welchen im Jahre und in der Woche der Ostervollmond fällt; und ersterer, welches der nächste Sonntag darauf ist.

Z. E. das Jahr 1792 hat den Sonntagsbuchstaben C, und die güldene Zahl 7. §. 18, 23. Daher ist §. 35. der Ostervollmond 30. März E der Dienstag, folglich C oder der Ostersonntag der 4te Apr.

§. 37. Zus. 3. Wegen der 11 Minuten §. 7. verrückt sich die Nachtgleiche, und wegen §. 24. kann die Rechnung §. 36. nur von ohngefähr zutreffen. Diesem doppelten Fehler abzuhelfen, ward 1582 vom Pabst Gregorius XIII eine Veränderung des Kalenders unternommen.

Anm. Da die Nachtgleiche damahls auf den 11ten März gerückt war: so ließ er nach dem 4. October dieses Jahres 10 Tage wegwerfen, daß man statt des 5ten den 15ten schrieb, wodurch die Nachtgleiche wieder auf den 21. März kam. Um sie auch hiebey zu erhalten, ward wegen §. 7. festgesetzt, daß in 400 Jahren 3 Schalttage wegfallen sollten, d. i. daß jedes Secularjahr, welches nach der Julianischen Jahrform ein Schaltjahr ist, dreymahl hinter einander ein gemeines Jahr wäre, das 4temahl aber ein Schaltjahr bliebe. Hienach blieb 1600 ein Schaltjahr, 1700, 1800, 1900 sind gemeine Jahre, 2000 aber bleibt wieder ein Schaltjahr. Nebst dieser neuen Einrichtung des Jahres führte Gregorius auch eine neue Berechnung des Osterfestes ein, die im Folgenden wird angezeigt werden.

§. 38. Erkl. Der Gregorianische Kalender oder der neue Styl ist, der nach dieser verbesserten Jahrform §. 37. eingerichtet ist; im Gegensatze des Julianischen Kalenders, oder des alten Styls.

§. 39. **Anm.** Der neue Styl, der bis 1700 **zehn**, von 1700 bis 1800 aber **eilf** Tage mehr zählt, ward in Europa von allen katholischen Staaten angenommen; die übrigen aber behielten den alten bey. (Daher muß man, um Zweydeutigkeit zu vermeiden, schreiben, z. E. im J. 1792, den $\frac{20}{31}$ Januar, d. i. den 20. Jan. des alten, und 31sten Januar des neuen Styls; und so auch $\frac{21.\text{ Jan.}}{1.\text{ Febr.}}$) Endlich nahmen die Protestanten in Deutschland, Holland, Dännemark und der Schweitz im J. 1700 diese Jahrform auch an, und schritten in diesem Jahre vom 18. Febr. sogleich auf den 1. März, doch so, daß sie Ostern nicht nach den gregorischen Mondepacten, sondern astronomisch berechneten. Diesem Beyspiele folgte Großbrittannien 1752, und zählte nach dem 20. Aug. gleich den 1. Sept. und im folgenden Jahre auch Schweden, und zählte nach dem 17. Febr. gleich den 1. März; so daß in ganz Europa nur noch Rußland den alten Styl beybehält. Da auch die astronomische Berechnung des Osterfestes nur selten von der gregorischen Epactenrechnung abweicht, dergleichen im J. 1724 und 1744 geschah, solches aber den bürgerlichen Geschäften nachtheilig ist: so haben seit 1777 die Protestanten in Deutschland und in der Schweitz, so wie man zuvor schon in Holland gethan hatte, den gregorianischen Kalender unter dem Nahmen eines allgemeinen **Reichskalenders** völlig angenommen.

§. 40. Zus. 1. Das Jahr 1582 hatte zum Sonnencirkel 23, folglich den Sonntagsbuchstaben G §. 15, daher der 5te Oct. ein Freytag war §. 12. Da nun daraus der 15te, der A hat §. 12, ward §. 37: so ward der 17te, der C hat, Sonntag. Setzt man also §. 15. im Julianischen Sonnencirkel bey 23, C anstatt G, und ändert danach gehörig die übrigen Buchstaben: so erhält man dadurch den Gregorischen Sonnencirkel, auf dessen 1stes Jahr hienach CB kömmt, (der aber nur von 1583 bis 1700 gilt) Denn da 1700 das 1ste Jahr des Sonnencirkels ist, folglich

nach Obigem die Sonntagsbuchstaben CB hatte, und seinen Schalttag verlor: so blieb der Buchstabe C durchs ganze Jahr, daß also das 1701ste oder das 2te Jahr im Sonnencirkel den Buchstaben B bekam. Setzt man also §. 15. im Julianischen Sonnencirkel bey 2, B anstatt E, und ändert danach gehörig die übrigen Buchstaben: so erhält man folgenden Gregorischen Sonnencirkel von 1700 bis 1800:

1. DC	8. B	15. G	22. E
2. B	9. AG	16. F	23. D
3. A	10. F	17. ED	24. C
4. G	11. E	18. C	25. BA
5. FE	12. D	19. B	26. G
6. D	13. CB	20. A	27. F
7. C	14. A	21. GF	28. E

§. 41. Zus. 2. Die Gregorische Mondsepacte ist von 1582 bis 1700 um 10; von 1700 bis 1800 um 11 kleiner, als die Julianische §. 37, und wird daher gefunden, wenn man von der Julianischen Epacte §. 20. (wenn solche zu klein ist, mit 30 vermehrt) im ersten Falle 10, im zweyten 11 subtrahirt. Hiedurch kömmt für 1700 - 1800 in der Tafel §. 20. bey 1, XXX oder *, bey 2, XI, bey 3, XXII und so fort jede Epacte um eine Stelle weiter gerückt, wie folgende Tafel zeigt:

1. *	5. XIV	9. XXVIII	13. XII	17. XXVI
2. XI	6. XXV	10. IX	14. XXIII	18. VII
3. XXII	7. VI	11. XX	15. IV	19. XVIII
4. III	8. XVII	12. I	16. XV	

§. 42.

§. 42. Mittelst der Epacten sind, wie §. 35, auch die Gregorischen Ostergränzen von 1700=1900 bestimmt, die folgende Tafel enthält:

1.	13. April	E	6.	18. Apr.	C	11.	24. März	F
2.	2. Apr.	A	7.	7. Apr.	F	12.	12. Apr.	D
3.	22. März	D	8.	27. März	B	13.	1. Apr.	G
4.	10. Apr.	B	9.	15. Apr.	G	14.	21. März	C
5.	30. März	E	10.	4. Apr.	C	15.	9. Apr.	A
						16.	29. März	D
						17.	17. Apr.	B
						18.	6. Apr.	E
						19.	26. März	A

§. 43. Aufg. Für jedes gegebene Jahr den gregorischen Sonntagsbuchstaben, und die gregorische Epacte zu finden, auch das gregorische Osterfest zu berechnen.

Auflös. Man suche nach §. 18, 23. den Sonnencirkel und die güldene Zahl: so findet man §. 40, 41. den Sonntagsbuchstaben und die Epacte, und hienach aus §. 42. den Ostersonntag, wie §. 36.

Z. E. 1792 hat (nach §. 18, 23.) 9 zum Sonnencirkel und 7 zur güldnen Zahl; daher ist nach §. 40, 41. der Sonntagsbuchstabe AG, die Epacte VI, und nach §. 42. die Ostergränze 7. Apr. F, folglich 8. Apr. der Ostersonntag §. 36.

§. 44. **Anm.** Obgleich durch die Epacten nur der Tag des Ostervollmonds angegeben wird; durch die astronomische Rechnung aber auch noch Stunden und Minuten: so ist doch daraus für das Osterfest kein Unterschied zu befürchten, wenn nur nicht der Ostervollmond innerhalb Sonnabend und Sonntag fällt; da ihn vielleicht die cyklische Rechnung an einem der beyden, und die astronomische an dem andern geben könnte; welches für das Osterfest eine Woche Unterschied machte.

§. 45. **Erkl. Unbewegliche Feste heißen, die jedes Jahr auf einerley Monatstag fallen; bewegliche, die keinen festgesetzten Monatstag halten.**

§. 46. **Anm.** 1. Die beweglichen Feste richten sich alle nach Ostern.

1) Vor Ostern fallen folgende Sonntage rückwärts: Palmarum, Judica, Lätare, Oculi, Reminiscere, Quadragesima oder Invocavit, Quinquagesima oder Esto mihi, Sexagesima, Septuagesima und die Sonntage nach Epiphanias. In die Woche Invocavit fällt die Aschermittewoch.

2) Nach Ostern folgen die Sonntage: Quasimodogeniti, Misericordias Domini, Jubilate, Cantate, Rogate, Exaudi, Pfingsten, Trinitatis, die Sonntage nach Trinitatis, und die 4 Adventssonntage vor Weyhnachten.

3) Gehören hieher noch die 4 Quatember, die insgesammt am Mittewoch fallen: der erste nach Invocavit, der zweyte nach Pfingsten, der dritte nach Kreuzerhöhung, der vierte nach Luciä.

§. 47. **Anm.** 2. Die übrigen Feste sind unbewegliche, die man aus jedem Kalender lernen kann. Einige derselben sind vornehmlich Jan. 1. Beschneidung Christi; Jan. 6. heil. 3 Könige oder Epiphanias; Jan. 20. Fabian Sebastian; Jun. 24. Johannes der Täufer; Aug. 24. Bartholomäus; Sept. 14. Kreuzerhöhung; Sept. 29. Michaelis; Oct. 16. Gallus; Nov. 11. Martin Bischof; Dec. 13. Luciä; Dec. 25. Weyhnachten.

§. 48. **Anm.** 3. Die Verschiedenheit unsrer Kalender beruhet also auf der verschiednen Zeit des Osterfestes, folglich auf der ver-

verschiednen Ostergränze, welche zwischen dem 21. März und 17. April schwebt §. 42. Wäre nun einmahl jener ein Sonnabend, dieser ein Sonntag: so fiel das **zeitigste** Ostern den 22. März, das **späteste** den 25. Apr. Demnach kann Ostern auf 35 verschiedene Tage fallen, und es giebt also 35 mögliche Kalender, die sich alle in Herrn Prof. **Rüdigers immerwährendem Kalender**, Leipzig 1789, befinden, und, wie daselbst gezeigt wird, auf 7 Grund-Kalender, die nach den 7 Sonntagsbuchstaben eingerichtet sind, zurückführen lassen; indem in einer Reihe von 35 Jahren jedem Sonntagsbuchstaben 5 Ostern zugehören, die sich aus der Buchstabentafel §. 12. der Monate März und April ergeben.

IV.

Die Gnomonik.

Die ersten Gründe der Sonnenuhren.

§. 1. Erkl. Stundenkreise (Astr. §. 83.) heißen hier insbesondere solche, die sämmtlich um 15 Grad von einander abstehen, wie DPF, EPG, APB (Fig. 87.) und deren einer APB der Mittagskreis ist.

§. 2. Zus. 1. Die Sonne braucht an jedem Tage eine wahre Stunde, um von einem Stundenkreise PD in den nächsten PE zu kommen, (Astr. §. 98.) und ist des Nachmittags in dem westlichen Theile PF desjenigen Stundenkreises, in dessen östlichen PD sie des Vormittags war, mit gleichem Unterschiede der Stunden von Mitternacht und Mittag.

§. 3. Zus. 2. Ist ADBF der Aequator, worauf die Weltaxe CP im Mittelpunkte C senkrecht, und der gemeinschaftliche Durchschnitt, der auch auf dem Aequator senkrechten Stundenkreise ist: so sind die Durchschnitte der Mittagskreise mit dem Aequator, wie DF, EG, auf solcher Weltaxe senkrecht. (Ster. §. 30.) Daher ist der Winkel dieser Durchschnitte, wie ECD, der Neigungswinkel der Stundenkreise gegen einander, und alle diese Winkel, folglich auch die Bogen AE, ED u. s. w. BG, GF u. s. w. sind einander gleich.

§. 4. Zus. 3. Denkt man sich unter Fig. 87. eine freye hohle Kugel, und unter CP einen Stift: so wirft derselbe, wenn die Sonne in PD ist, den Schatten CF, und so ferner den Schatten CG, CB, wenn die Sonne in PE, PA tritt. Diese Schatten zeigen die Stunde des Tages, CB den Mittag, CG eine, CF zwey Stunden vor Mittag; da dann eben so in den Nachmittagsstunden der Schatten auf jene Seite der Mittagslinie CB fällt.

§. 5. Zus. 4. In einer Ebene ABCD (Fig. 89.) ziehe man einen Kreis, theile ihn in 24 gleiche Theile ein, und bemerke auf der einen Seite die Vormittags-, auf der andern die Nachmittagsstunden. In dem Mittelpunkte E des Kreises errichte man einen Stift senkrecht auf die Ebene, und stelle dieselbe dem Aequator parallel, daß XII, 12, in die Mittagslinie fallen, AD östlich, BC westlich sey: so wird, wegen der großen Entfernung der Sonne, der so abgetheilte Kreis in der Ebene des Aequators selbst liegen, sein Mittelpunkt den Mittelpunkt der Himmelskugel, und der Stift die Weltaxe vorstellen, welcher, wie in Fig. 87, durch seinen Schatten auf der westlichen Seite die Vormittags- und auf der östlichen die Nachmittagsstunden andeutet.

§. 6. **Anm.** Ist AB, welche den Kreis im XII berührt, auf der Mittagslinie senkrecht, und die Ebene ABCD gegen eine horizontale Ebene so geneigt, daß sie damit einen Winkel macht, welcher der Aequatorshöhe des Orts gleich ist: so hat sie die §. 5. erforderliche Lage.

§. 7. Zus. Die also gestellte Ebene wird auf der obern oder untern Seite von der Sonne beschienen, je nachdem die Sonne nord- oder südwärts des Aequators ist; und muß also auf beyden Seiten die angezeigte Abtheilung haben; daher auch der Stift nach unten verlängert werden muß.

§. 8. Erkl. Eine solche Verrichtung §. 5. heißt eine Aequinoctialuhr. Ihre Ebene nämlich ist dem Aequator parallel; ihr Stift darauf senkrecht, und der Schatten beschreibt in gleichen Zeiten gleiche Winkel. Sie selbst wird wegen §. 7. in die obere und in die untere eingetheilt.

§. 9. Zus. 1. Macht man die Ebene §. 5. beweglich, daß man sie beliebig nach der Aequatorshöhe eines jeden Orts neigen kann: so hat man eine allgemeine Aequinoctialuhr.

§. 10. Zus. 2. Nimmt man an, (Astr. §. 98.) daß die Sonne mit gleichförmiger Bewegung von einem Stundenkreise, wie PD (Fig. 87.) zum andern PE gehe: so bewegt sich auch der Schatten von F nach G gleichförmig; und es lassen sich daher die Stunden Fig. 87, 89. auch noch in kleinere Theile für Viertelstunden, oder gar Minuten, eintheilen.

§. 11. Erkl. Der Weiser, gnomon s. stylus, einer Uhr, heißt ein der Weltaxe paralleler Stift, der daher in ihr selbst liegend angenommen wird. Setzt man durch den Weiser eine Ebene lothrecht auf eine Uhr: so heißt ihr Durchschnitt mit der Ebene der Uhr die Linie unter dem Weiser, subſtylaris.

§. 12.

§. 12. Zus. 1. Von 2 beliebigen Punkten des Weisers fälle man Lothe auf die Ebene der Uhr, und verbinde ihre Durchschnitte in der Ebene mit einer geraden Linie: so giebt diese die Substylarlinie. (Ster. §. 30.)

§. 13. Zus. 2. Der Winkel, den der Weiser mit der Substylarlinie macht, ist seine Neigung gegen die Ebene der Uhr. (Ster. §. 3.) Dieser Winkel, die Substylarlinie, und der Punkt, wo der Weiser die Ebene der Uhr trift, bestimmen des Weisers Lage.

§. 14. Zus. 3. In der Ebene der Aequinoctialuhr sind alle Linien aus dem Mittelpunkte Substylarlinien; aber die Lage des Weisers ist schon ohne sie bestimmt.

§. 15. Erkl. Der Winkel der Uhr mit dem Horizonte heißt ihre Neigung; mit der Mittagsfläche aber ihre Abweichung. Bey der Aequinoctialuhr ist die Neigung der Aequatorshöhe des Orts, und die Abweichung 90 Grad gleich.

§. 16. Erkl. Die Verschiedenheit dieser Winkel giebt verschiedene Arten der Uhren: Horizontaluhr, deren Neigung = o. Geneigte Uhren, inclinatae et reclinatae, die geneigt gegen den Horizont, aber senkrecht auf der Mittagsfläche sind. Verticaluhren, die auf dem Horizonte senkrecht, und entweder nach den 4 Hauptgegenden gerichtet sind, oder nicht; da dann im ersten Falle die Morgen- Abend- Mittags-

und Mitternachts-Uhren; im zweyten die abweichenden Uhren entstehen, deren Abweichung durch den Winkel bestimmt wird, welchen ihr Durchschnitt des Horizonts mit der Mittagslinie des Horizonts macht. Eine Horizontaluhr für die unter dem Aequator Wohnenden, deren Polhöhe o ist, heißt eine Polaruhr; die Aequinoctialuhr für die unter dem Pole Wohnenden ist eine Horizontaluhr.

§. 17. Erkl. Die Mittagslinie der Uhr ist ihr Durchschnitt mit der Mittagsfläche, auf welche also des Weisers Schatten zu Mittage fällt.

§. 18. Erkl. Der Durchschnitt eines Stundenkreises §. 1. mit der Ebene der Uhr heißt die zugehörige Stundenlinie der Uhr, und sein Winkel mit der Mittagslinie der Uhr, der zugehörige Stundenwinkel der Uhr.

§. 19. Zus. 1. Der Weiser ist in allen Stundenkreisen §. 11. 1, und wirft seinen Schatten, wenn die Sonne in einem Stundenkreise ist, ihr gegen über in die Ebene dieses Stundenkreises, folglich in die Stundenlinie der Uhr.

§. 20. Zus. 2. Der Weiser trift die Uhr in jeder Stundenlinie, und giebt also für jede einen der beyden Punkte §. 12, von denen man also nur noch den andern zu suchen hat.

§. 21. Zus. 3. Aus der Zeit, wie lange die Sonne die Ebene der Uhr bescheint, findet man, wie viel Stundenlinien auf der Uhr zu ziehen sind.

Eine

Eine Horizontaluhr wird zu allen Jahrszeiten und zu allen Zeiten des Tages von der Sonne beschienen, und ist also die vollständigste unter allen.

§. 22. Anm. Um desto mehr wird es erlaubt seyn, die hier noch folgenden Untersuchungen blos auf die **Horizontaluhr** einzuschränken. Die übrigen Sonnenuhren muß man aus andern Lehrbüchern der Gnomonik lernen, deren Vorschriften alsdann leicht zu verstehen seyn werden.

§. 23. Aufg. Im Horizonte AR (Fig. 90.) über der Linie M m stehe eine Aequinoctialuhr AL, deren Halbmesser und Mittagslinie CD ist, und deren Weiser CF den Horizont in F trift, daß also DF die Mittagslinie des Horizonts ist; man soll DF aus CD finden.

Auflös. Man ziehe (Fig. 94.) CD, und auf sie CF senkrecht. In D trage man den Winkel CDF der Aequatorshöhe gleich: so ergiebt sich die gesuchte Länge DF.

§. 24. Zus. 1. Wäre (Fig. 90.) DF gegeben: so beschreibe man (Fig. 94.) über DF einen halben Kreis, und trage in D obgedachten Winkel FDC: so ergiebt sich DC.

§. 25. Zus. 2. Es sey (Fig. 90.) CQ eine Stundenlinie der Aequinoctialuhr, und Dc = DC: so wird, wenn man die Uhr bis zum Horizonte neigt, daß CD in der Mittagsfläche bleibt, DC auf Dc, C auf c, und CQ auf cQ fallen, folglich DCQ = DcQ seyn.

§. 26. Aufg. Für jede gegebene Polhöhe eine Horizontaluhr zu beschreiben.

Auf-

Auflös. 1) Es sey (Fig. 91.) DG die Mittagslinie des Horizonts, und Mm auf sie senkrecht. Man nehme beliebig Dc für den Halbmesser einer Aequinoctialuhr, und suche daraus DF §. 23. Durch F setze man den Weiser in der Mittagsfläche unter dem der Polhöhe gleichen Winkel DFC. Aus c beschreibe man mit cD den Quadranten DT, theile ihn in 6 gleiche Theile, und ziehe durch F und die Theilpunkte Linien nach Mm, und durch F eine Parallele mit Mm: so erhält man die 6 Vormittagsstunden. Für die Nachmittagsstunden trage man auf die andere Seite D 1 = DQ, D 2 = DX, u. s. w. Endlich verlängere man die gefundnen Stundenlinien durch F für die, welche über 6 Stunden von der Mittagslinie abstehen.

2) Ist der Punkt F gegeben: so kann man FD nach Gefallen annehmen, und daraus CD suchen §. 24; oder aus CD, die FD finden §. 23, und sie von F aus nehmen, um D zu bestimmen.

Beweis erhellet, so wohl für die Stundenlinien, als auch für die Lage des Zeigers, aus Vergleichung Fig. 90 und 91. Anstatt des Zeigers kann auch der rechtwinklichte Triangel DCF dienen, oder auch ein Stift, der von C senkrecht auf FD stehet.

§. 27. **Anm.** In ausführlichern Lehrbüchern der Gnomonik findet man nicht nur die übrigen Arten der Sonnenuhren auf ebenen Flächen, sondern auch Anweisungen, wie Sonnenuhren auf mancherley Arten gebogener Flächen aufzutragen; ferner, wie Jahreszeiten, Tageslängen und dergleichen auf einer Sonnenuhr zu bemerken sind; desgleichen Beschreibungen von Monduhren und Sternuhren.

Der

Der erste Cursus der technischen Mathematik.

I.

Die Geschützkunst.

§. 1. Das Schießpulver entsteht aus einer sorgfältigen Mischung von wohl gereinigtem Salpeter, Schwefel und Kohlen.

§. 2. Der Salpeter giebt dem Pulver, wenn es entzündet wird, die Kraft, sich mit großem Krachen und heftiger Gewalt auszubreiten; der Schwefel dient zur Entzündung, und die Kohlen, solche zu unterhalten.

§. 3. Wird Schießpulver in einem verschloßenen Raume entzündet: so erzeugt sich viele Luft. Daher kann man sich die Kraft des Pulvers durch die Wirkung einer im Salpeter stark zusammengepreßten, durch die Entzündung befreyeten, und nun sich schnell ausbreitenden Luft, erklären.

§. 4. Das Pulver wirkt durch einen Stoß in den Körper, der ihm im Wege ist, und würde ihn daher in gerader Linie forttreiben, wenn ihn nicht die Schwere alle Augenblicke gegen die Erde senkte. Setzt man außer den Kräften des Schießpulvers und

der

der Schwere, alle andere hiebey wirkende Kräfte bey Seite: so kann man annehmen, daß der Körper genau in einer paraboliſchen Linie (Plan. §. 84.) getrieben werde.

§. 5. Pulverproben ſind Inſtrumente, die gemeiniglich zeigen, wie hoch eine gewiſſe Quantität Pulver eine gegebene Laſt treibe, um hienach die Kräfte verſchiedner Miſchungen (Pulverſätze) mit einander zu vergleichen. Am genaueſten prüft man das Pulver, wenn man erforſcht, wie weit eine beſtimmte Quantität davon eine Kugel treibe.

§. 6. Die Güte des Pulvers beruhet auf der Beſchaffenheit der Ingredienzien §. 1, und ihren Verhältniſſen. Zu dem ſtärkſten Pulver ſind dieſe Verhältniſſe 16, 2, 3; zu mittlerm 50, 9, 10; zu ſchlechtem 4, 1, 1. Von zwey Pulverſätzen iſt immer derjenige ſchwächer, der am wenigſten Salpeter enthält.

§. 7. Große Pulvergeſchütze, grobe Geſchütze (wovon hier blos die Rede iſt; im Gegenſatz des kleinen Gewehrs, das man mit der Hand regiert) werden auf einer beweglichen Unterlage, Laffette, durch Gradbogen, nach einem gewiſſen Winkel, den ihre Axe mit dem Horizonte macht, gerichtet; da dann die horizontale Richtung den Kernſchuß, jede andere den Bogenſchuß; und insbeſondere der Winkel von 1 Grade den Viſirſchuß, der Winkel von 45 Graden den Schuß der höchſten Elevation giebt. Zu Ricochetſchüſſen, wobey die Kugel wechſelsweiſe

felsweise auffällt und wieder in die Höhe steigt, ist die Elevation 8 bis 12 Grad.

§. 8. Rücken oder Kanonen heißen die groben Geschütze, deren Länge gegen ihre Weite eine große Verhältniß hat, und woraus im Kernschusse, oder auch nur in unbeträchtlichem Bogenschusse eiserne Kugeln oder auch Kartätschen, cartouches, (d. i. mit kleinen Kugeln, gehacktem Eisen, Nägeln, Ketten und dergleichen angefüllte Büchsen) getrieben werden.

§. 9. Die Seele oder der Lauf heißt die innere Höhlung eines Stückes. Seine Länge wird in das Bodenstück, Zapfenstück, und Mundstück eingetheilt. An dem mittlern sind die Schildzapfen etwas nach vorne zu, womit es auf der Laffette liegt; und die Delphinen oder Handhaben, im Mittelpunkte der Schwere, womit es gehoben wird. Das Mundstück wird durch den Kopf verstärkt, das Bodenstück, das an Metall am stärksten ist, schließt sich mit dem Stoße, und hat noch einen Ansatz, die Traube. Die Abnahme des Metalls wird durch Zierrathen versteckt, die man Reifen und Friesen nennt.

§. 10. Der hinterste Raum des Bodenstücks, der mit Pulver gefüllt wird, heißt die Kammer, und die Oefnung an der Kammer zur Entzündung des Pulvers, das Zündloch. Besteht die Kammer aus einer engern Höhlung: so heißt das Stück ein Kammerstück; die übrigen, wo die Kammer

mit

mit der Seele von gleicher Gestalt und Weite ist, heißen gemeine Stücke.

§. 11. Das Zündloch wird in Kupfer gebohrt, das mit dem Metalle des Stücks wohl verbunden ist, oder in einen sogenannten Schlüßel, den man mit genugsamer Haltbarkeit einschraubt, da man dann, wenn das Zündloch sich erweitert hat, oder das Stück vom Feinde vernagelt worden, einen andern Schlüßel gleich in Bereitschaft hat. Die Seele der Stücke ist cylindrisch; nur bey den Einhörnern der Russen erweitert sie sich von der Mitte zur Mündung allmählig. Diese taugen nicht zu Kugeln, sollen aber gut zu Kartätschen seyn, die sich alsdann durch einen viel größern Raum ausbreiten.

§. 12. Die Pulverladung bringt man entweder frey mittelst der Ladeschaufel, oder in einer Patrone, gargouge, d. i. einer Hülse von Pergament oder Papier, eingeschlossen, mittelst des Setzkolben in die Kammer, nachdem man das Stück vorher mit dem Wischkolben gereinigt hat.

§. 13. Die Quantität der Pulverladung wird in der Verhältniß des Gewichts der Kugel bestimmt, (z. E. $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{6}$ u. s. w. Kugelschwer Pulver) und richtet sich nach der Beschaffenheit des Pulvers, der Länge des Stücks, dem Gewicht der Kugel, der Schußweite, und der Absicht des Schusses. Bey der Ladung und der Länge des Stücks, hat man

besonders auf die allmählige Entzündung des Pulvers zu sehen, so daß alles Pulver in dem Augenblicke sich völlig entzündet habe, da die Kugel zur Mündung herausfährt. Die Schußweite richtet sich vornehmlich nach der Geschwindigkeit und Bahn der Kugel, und nach der Elevation des Stückes. Die Gewalt, welche die Kugel ausübt, hängt von der Größe, Schwere und Geschwindigkeit der Kugel, von der Richtung des Stücks, und von der Entfernung des Gegenstandes ab; und ist desto größer, je fester die Materie, worein die Kugel dringt, und je tiefer und weiter die Oefnung ist, die sie macht. Aus der Erfahrung will man wissen, daß eine Kanonenkugel 600 Schritte weit in einen Wall von zäher Erde 15 Fuß, in eine Ziegelmauer aber nur 1 Fuß eindringe. Ueber die vornehmsten hier erwähnten Umstände soll eine Tabelle folgen, wenn vorher noch das Nöthige über die Größe der Stücke gesagt worden ist.

§. 14. Der Caliber des Stücks, heißt der Durchmesser seiner Mündung, so wie der Kugel, ihr Durchmesser; der Unterschied beyder heißt der Spielraum. Der Caliberstab ist ein Maasstab, auf dem die Durchmesser der Kugeln von verschiednen Gewichten bemerkt sind; hier vorerst für eiserne Kugeln.

§. 15. Die Verschiedenheit der Stücke beruhet auf der Verhältniß der Länge zum Caliber,

und auf der Schwere der eisernen Kugel die sie werfen. In Frankreich theilt man sie blos nach dem Gewichte der Kugel ein, die daraus geschossen wird. Die deutschen Artilleristen theilten sie vormahls in Carthaunen und Schlangen, wovon bey einerley Caliber jene kürzer, diese länger sind, und machten davon mehrere Unterabtheilungen, die aus folgender Tabelle, für die neuern französischen und ältern deutschen Kanonen, zu ersehen sind. Hierinn bezeichnet A die Nahmen der Stücke; B ihre Länge in Calibern; C das Gewicht der eisernen Kugeln, die sie werfen, in Pfunden; D das Gewicht des ganzen Stücks, und zwar der französischen in Pfunden, der deutschen in Nürnberger Centnern von 100 Pfund; E die Weite des Kernschusses, und F die Weite des Bogenschusses von 45 Grad, beyde in rheinländischen Füßen, und bey halbkugelschwerer Pulverladung.

1. Fran-

A.	B.	C.	D.	E.	F.
1. Französische.					
demi Canon d'Espagne - - - - -	21	24	5400	1920	14400
demi Canon de France- - - -	23	16	4200	1920	19200
Quart du Canon d'Espagne - -	24	12	3200	1080	12000
Quart du Canon de France - -	25	8	2100	960	10800
Moyenne - - -	26	4	1150	770	7200
2. Deutsche.					
a. Carthaunen.					
ganze Carthaune =	18	48	90	1200	14400
dreyviertel = = =	20	36	78	—	—
halbe = = = = =	22	24	50 : 60	1020	12180
viertel = = = = =	24	12	28 : 36	900	10560
Regimentsstücke =	16	3	6 : 9	780	8640
b. Feldschlangen.					
ganze Feldschlange	30	18	50	1440	17136
halbe = = = = =	36	9	30	1080	12888
viertel = = = = =	34	5	25	840	10032
Falkaunen = = =	27	6	25	—	—
Falkonet = = = =	35	2	10 : 12	672	7968
halbes Falkonet =	38	1	6 : 7	494	5880
Serpentinel = = =	46	½	4½	384	4488

§. 16. Eine Bombe ist eine hohle eiserne Kugel, mit Pulver gefüllt, und mit einer Brandröhre, wodurch das eingefüllte Pulver zur Zersprengung der Kugel entzündet wird, versehen. Granaten sind kleinere Bomben; die kleinsten heißen Handgranaten, weil sie mit der Hand geworfen werden. Die Brandröhre ist eine hölzerne Röhre, die mit einem Satze von Pulver, Salpeter und Schwefel gefüllt, und in dem Mundloche der Bombe eingeschlagen wird. Solcher Satz, der durch mehreres Pulver stärker, durch mehrern Schwefel schwächer wird, muß, wenn man die Zeit, welche die Bombe in der Luft zubringt, mit der Zeit, wie lange die Röhre brennt, vergleicht, so eingerichtet werden, daß die Röhre ausgebrannt sey, wenn die Bombe auf die Erde fällt, oder doch nicht lange darnach.

§. 17. Mörser oder Böller heißen die groben Geschütze, deren Länge gegen ihre Weite keine so große Verhältniß hat, als bey den Stücken §. 8, und woraus Bomben §. 16. jederzeit im Bogenschusse §. 7. geworfen werden. Haubitzen sind ein Mittelding zwischen Kammerstücken §. 10. und Mörsern, kürzer als jene, länger als diese, und dienen, Granaten §. 16. und Kartätschen §. 8. in einem Bogenschusse oder Kernschusse zu werfen.

§. 18. Die Seele des Mörsers heißt der Kessel; und besteht aus dem Fluge, dem vordern cylindrischen Theile, und aus dem Lager, dem hintern

kus-

kugelförmigen Theile. Die Kammer hat allemahl eine engere Höhlung §. 10, und wird durch den Stoß geschlossen.

§. 19. Die Bombe liegt im Mörser am sichersten mit der Brandröhre nach der Mündung zu, und wird entweder mit zwey Feuern oder sicherer mit einem Feuer geworfen. Jenes geschiehet, wenn man zuerst die Brandröhre, und hierauf das Pulver in der Kammer anzündet; dieses, wenn das in der Kammer entzündete Pulver die Brandröhre zugleich zünde'.

§. 20. Hängende, oder deutsche Mörser haben die Schildzapfen in der Mitte; stehende oder französische, beym Stoße; Blockmörser stehen in einem Blocke, der statt der Laffette dient; Fuß- oder Schemelmörser ruhen auf einem angegossenen metallnen Fuße, ohne Schildzapfen und Laffetten, und können daher weder erhöhet noch gesenkt werden.

§. 21. Steinmörser sind, die nicht zu Bomben, sondern zum Steinwerfen gebraucht werden. Anfangs warf man aus den Mörsern blos steinerne Kugeln, daher auch der Caliber §. 14. der Mörser und Haubitzen, so wie der Bomben und Granaten, nach dem Gewichte steinerner Kugeln bestimmt wird. Die größten hangenden Mörser sind die 120pfünder, oder 14zölligen; die kleinsten die 12pfünder oder $6\frac{1}{2}$zölligen. Die Franzosen geben den Caliber ihrer Mörser blos nach Zollen an; da dann nach Belidors Erfahrung, bey einer cylindrischen Kam-

mer und für die Elevation von 45 Grad, folgende Schußweiten in Pariser Füßen kommen:

12zölliger Mörser		8zölliger Mörser	
Pulverladung.	Schußweite.	Pulverladung.	Schußweite.
1 Pfund.	744	¼ Pfund.	606
2 "	1548	½ "	972
3 "	2316	¾ "	1476
4 "	2868	1 "	2100
5 "	3300	1¼ "	2316

§. 22. Eine Patarde ist ein abgekürzter Kegel von Metall, dessen innere Höhlung mit Pulver gefüllt ist, welches durch eine in das Zündloch gesteckte Brandröhre entzündet werden kann. Man befestigt sie mit Schrauben an ein starkes Bret mit Ringen, das Matrillbret, welches man an das Thor, oder die Pallisaden, oder die Mauer, die man zersprengin will, anhängt.

§. 23. Minen sind Keller unter der Erde, die man mit Pulver füllt, um dadurch die auf dem Keller liegende Last in die Luft zu zersprengen. Der Keller selbst, der das Pulver enthält, heißt der Ofen der Mine, oder die Minenkammer; der leere Raum, der nach gesprungner Mine entsteht und eine kegelförmige Figur hat, der Trichter; der Perpendikel von der Kammer bis zur Oberfläche des Trichters, die kürzeste Widerstandslinie; eine Mine, deren kürzeste Widerstandslinie unter 12 Fuß ist, ei-

ne

ne Flattermine, die aber größer ist, eine Sprengmine; der Ort, wo das Pulver der Mine angezündet wird, der Minenheerd; ein leinwandner Beutel mit Pulver gefüllt, und von der Minenkammer bis zum Minenheerde in einer hölzernen Rinne geleitet, die Zündwurst.

Die vortheilhafteste Quantität der Ladung erfodert Untersuchungen, die nicht für diesen Ort sind. Gemeiniglich rechnet man in mittelmäßig festem Erdreiche 15 Pf. Pulver auf eine Cubikklafter. Soll alsdann der größte Durchmesser des Trichters doppelt so groß als die kürzeste Widerstandslinie seyn: so dividire man die Cubikzahl der Füße, welche die kürzeste Widerstandslinie enthält, mit 8; da dann der Quotient die Anzahl der Pfunde giebt. Z. E. bey 20 Fuß ist die Ladung 1000 Pf.

§. 24. Gegenminen, contremines, sind unterirrdische Gänge unter den Festungswerken, auch wohl von da weiter ins Feld hinein, heißen auch Gallerien, und haben die Absicht Minen anzulegen, oder die feindlichen Minen zu verhindern.

Diese Gegenminen, oder Gallerien, bestehen aus Hauptgallerien, und Zweigen, wovon einige mit der Festung zugleich, die übrigen erst während der Belagerung angelegt werden. Sie sind entweder gemauert, oder nur mit Holze ausgesetzt, beyde 3 Fuß weit erstere 6, letztre $4\frac{1}{2}$ Fuß hoch;

und dienen den feindlichen Minirer aller Orten abzuhalten, oder die Wirkung seiner dennoch gelegten Minen zu hindern; auch unter allen Werken der Festung Flatterminen anzulegen. Diese Gallerien, oder auch die bereits angelegten Minen zu zerstören, bedient sich der Belagerer einer Druckkugel, globe de compresion, das ist, einer so stark geladenen Mine, daß sie ihre Wirkung auf eine beträchtliche Weite ringsumher äußert, die benachbarten Gallerien zersprengt, und die herumliegende Erde aufwühlt.

§. 25. Raketen (die bey den Lustfeuerwerken die Hauptsache ausmachen) sind papierne Hülsen mit brennbaren Materien, dem Raketensatze, angefüllt, welche entzündet die ganze Hülse nach einer gewissen Gegend, mehrentheils vertical treiben. Die kegelförmige Oefnung, die in dem Satze leer gelassen, oder erst nachher hineingebohrt wird, heißt die Seele; der Durchmesser der Hülse aber der Caliber der Rakete, welcher durch das Gewicht einer bleyernen Kugel von eben dem Durchmesser bestimmt wird.

§. 26. Die einpfündigen Raketen, und alle, die noch darunter sind, werden 7mahl so lang als ihr Caliber; die größern aber kürzer gemacht. Der Raketensatz muß zart gerieben und genau vermischt seyn, auch stark eingeschagen werden. Er ist desto stärker, je mehr Pulver und Salpeter dar-

darunter gethan wird, und desto schwächer, je mehr Kohlen und Schwefel dazu kommen. Große Raketen erhalten schwachen, kleine aber starken Satz.

§. 27. Das Füllen der Hülsen heißt Raketenschlagen; die cylindrischen Stäbe, über welche man die Hülsen macht, Windstößel; die Formen oder Röhren von Holz, Eisen, Messing, Kupfer, in die man die Hülsen zum Laden steckt, Raketenstöcke, welche oft mit einem Dorne auf der Warze versehen sind.

§. 28. Man hat auch Farbenraketen, die eine besondere Farbe in der Flamme ihres Feuers geben, welches man durch einen Zusatz zu dem gewöhnlichen Raketensatze erhält, wovon man aber, weil dadurch die Kraft geschwächt wird, nicht zu viel zu nehmen hat. So giebt z. E. Kampfer eine Milchfarbe; Grünspan oder Salmiak eine grüne; Bernstein eine Citronenfarbe.

§. 29. Die Raketen sind nach ihrem Gebrauche steigende, oder Wasserraketen, wovon letztere in unbewegliche und schwimmende eingetheilt werden.

§. 30. Geben die Raketen nach geendigtem Steigen einen starken Knall, oder noch allerhand Feuer in der Luft: so heißen sie im ersten Falle

Schlagraketen, im zweyten versetzte Raketen. Zu jenen kömmt auf den Satz eine papierne oder hölzerne Schlagscheibe mit Löchern, und darüber gekörntes Pulver; zu diesen kömmt über das gekörnte Pulver noch ein Kopf, das ist, eine Hülse, die mit mancherley Kunstfeuern gefüllt wird.

II.

Die Kriegsbaukunst.

§. 1. Ein Wall ist eine Erhöhung von Erde, womit man sich, anstatt der vormahligen Mauern, gegen den Feind deckt; weil er die Stückschüsse besser aushält, das grobe Geschütz bequemer auf sich pflanzen läßt, auch in kürzerer Zeit, und mit wenigern Kosten aufgeführt werden kann.

§. 2. Vor dem Walle wird ein Graben gezogen, theils um die Erde daraus zur Aufwerfung des Walles zu nehmen; theils um dem Feinde den Angrif des Walles zu erschweren. Zur ersten Absicht macht man ihn so groß, daß er die zum Walle nöthige Erde, die der Festigkeit wegen noch dichter zusammengetrieben werden muß, liefere; zur zweyten macht man seine Breite viel größer als seine Tiefe. Erstere muß mehr als die Länge der größten Bäume, also 8 bis 12 Ruthen betragen, damit der Feind nicht mit leichter Mühe eine Gallerie, eine Brücke, über den Graben schlagen könne; letztere muß dem Feinde das Ersteigen des Walles erschweren, und wird gemeiniglich zwischen 1 und 2 Ruthen gesetzt.

§. 3. Zwischen Wall und Graben führt man zuweilen einen Gang oder breiten Rand, die Berme, theils darauf den Wall zu umgehen, theils die

vom Walle abgeschossene Erde aufzufangen, daß sie den Graben nicht fülle.

§. 4. Der hohe Theil des Walles, der die Mannschaft und das Geschütze vor dem feindlichen Feuer decken soll, heißt die Brustwehr, und wird daher 6 bis 7 Fuß hoch, und Stückschüße auszuhalten, 20 bis 24 Fuß dicke gemacht. Unten an ihr sind eine oder zwey Stuffen, Bänkgen, 3 Fuß breit $1\frac{1}{2}$ Fuß hoch, auf welche die Mannschaft zum Feuern tritt. Die Gegend des Walles, welche durch die Brustwehr gedeckt wird, heißt der Wallgang, welcher 20 bis 30 Fuß breit, und entweder über dem Horizonte erhöhet, oder der Horizont selbst ist.

§. 5. Zu den Abrissen eines Walles, gehört: theils der Umriß, oder die Bestimmung der Lage und Länge durch bloße Linien, längst denen die Wälle aufgeführt werden; theils der Grundriß, oder ein horizontaler Durchschnitt für Länge und Breite; theils der Profilriß, oder ein verticaler Durchschnitt für Breite und Höhe; theils der Aufriß, welcher das äußerliche Ansehen des ganzen Walles, oder dessen zwischen zwey Profilen befindlichen Theils, darstellet.

§. 6. Es sey (Fig. 96.) der Profilriß eines Walles; a h der Horizont, oder der Erdboden, auf dem der Wall errichtet ist, welcher, so wie der Graben, auf beyden Seiten abhängig seyn, d. i. ine Schräge oder Böschung haben muß, damit

das

das Erdreich zusammen halte. Die äußere Böschung des Walles e f hat zur Anlage p f, welche für gutes, mittleres, und schlechtes Erdreich $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, oder $\frac{3}{3}$ der Höhe p e gleich gemacht wird, es müßte dann der Wall mit einer Futtermauer einzufassen seyn, da man nach Beschaffenheit des Erdreichs einen Schuh Anlage auf 6, 5, 4 Schuh der Höhe, für das Mauerwerk selbst aber $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ seiner Höhe rechnet. Die innere Böschung b a, wird, um bequemer auf den Wall zu kommen, der Höhe gleich und noch darüber angelegt. Nun heißt a b die Böschung des Wallgangs; b c der Wallgang; c d die innere Böschung, d e die Krone, und e f die äußere Böschung der Brustwehr; f g die Berme; g h die obere, und k l die untere Breite des Grabens. Die Höhen und Breiten dieser Theile werden durch die Verticallinien b m, c n, d o u. s. w. bestimmt.

§. 7. Da man die Absicht hat, dem anrückenden Feinde mit Stückschüßen vom Walle zu begegnen: so darf dieser nicht zu hoch seyn, damit der Feind nicht so bald unter die Stücke rücke, wo sie ihn nicht recht, oder gar nicht treffen; auch muß die Brustwehr mit Oefnungen, Schießscharten, durchbrochen seyn, oder hinter sich eine Erhöhung haben, worauf die Stücke gestellt werden, welches letztere über Bank feuern heißt.

§. 8. Die Vertheidigung eines Walles muß in der Entfernung mit Stücken, und in der Nähe mit

Mus-

Musketen geschehen; und ist entweder eine vordere, d. i. eine von dem angegriffenen Walle selbst, oder eine Seitenvertheidigung d. i. von einem seitwärtsliegenden Walle, der mit dem angegriffenen einen einwärtsgehenden Winkel macht, und in dieser Beziehung eine Flanke heißt. Da eine Muskete nicht über 300 Schritt oder 60 rheinländische Ruthen reicht: so bestimmt dies die Länge der Wälle, die einander vertheidigen sollen, oder ihren Abstand von einander.

§. 9. Die geschickte Zusammenstellung zweyer oder mehrer Wälle, um einen Platz mit überwiegendem Vortheile gegen den Feind zu vertheidigen, heißt eine Verschanzung, oder eine Schanze. Zu den einfachsten Verschanzungen gehört:

1) die Flesche; aus 2 Wällen, die einen auswärtsgehenden Winkel (dessen Spitze dem Feinde zugekehrt ist) machen. Die Schenkel dieses Winkels heissen die Façen, und die innere Oefnung die Kehle der Flesche. Der Winkel der Flesche wird nicht unter 60, und nicht viel über 90 Grad gemacht.

2) Die Tenaille; aus 2 Wällen die einen einwärtsgehenden Winkel, (dessen Spitze der Besatzung zugekehrt ist) machen.

3) Die Redoute; aus 4 Wällen, die ein Quadrat bilden. Ihr Eingang wird durch eine dahinter liegende Brustwehr, Traverse, gedeckt.

4)

4) Das Bollwerk, Bastion, wenn mit den Façen der Flesche noch zwey Wälle, welche Flanken heissen, auswärtsgehende stumpfe Winkel machen. Die innere Oefnung des Bollwerks heißt seine Kehle.

§. 10. Die Besatzung in der Schanze wird gemeiniglich 2 Mann hoch, die eine Rotte ausmachen, gestellt. Auf jede Rotte rechnet man einen Schritt, oder 2 Decimalschuhe einer rheinländischen Ruthe; auf eine kleine Kanone, oder ein Feldstück 5 Schritt, auf eine größere 7 bis 8 Schritt. Hiernach läßt sich die Größe der Schanze für eine gegebene Besatzung, oder die Größe der Besatzung für eine gegebene Schanze bestimmen. Hiebey hat man aber auch auf den innern Raum zu sehen, damit die Besatzung eine gehörige Lagerstätte habe. Für einen Mann mit Rüstung rechnet man 18, für eine Kanone mit Zubehör 216 Quadratschuh, aufs wenigste.

§. 11. Eine unbeständige oder Feldverschanzung soll im Felde zur vorübergehenden Behauptung eines Platzes gebraucht werden, wozu die einfachen Schanzen §. 9. vornehmlich dienen. Eine beständige Verschanzung, oder eine Festung dient zur immerwährenden Behauptung einer ansehnlichen Stadt gegen förmliche Belagerungen. Beyde müssen eine solche Lage haben, daß der Feind in der Nachbarschaft keinen Ort finde, durch den er sich gegen das Feuer der Verschanzung decken, oder von dem er die

Verschanzung mit Vortheil beschießen könne; und beyder Einrichtung ist nach einerley Grundregeln zu beurtheilen.

§. 12. Die Citadelle ist eine kleine Festung, die man an eine große anbauet, theils die Bürger in Zaum zu halten, theils zur sichern Zuflucht der von den Wällen vertriebenen Besatzung.

Sie wird in der Nachbarschaft der Stadt, auf dem höchsten Orte, wo möglich an einem Strome, angelegt, und erhält 2 Thore, das Stadtthor, und das Hülfsthor; auch viele bombenfeste Gewölber für die Besatzung, Lebensmittel und Kriegsbedürfnisse.

§. 13. Eine reguläre Befestigung entsteht, wenn der Platz in eine reguläre Figur eingeschlossen, und an jeder Seite alles so, wie an der andern eingerichtet wird; eine irreguläre aber, wenn die natürliche Beschaffenheit des Platzes und der umliegenden Gegend eine irreguläre Figur und abweichende Anlagen ihrer Theile nothwendig machen.

§. 14. Der Umriß (Fig. 92.) stellt eine reguläre Befestigung mit 4 Bollwerken §. 9. vor, wovon folgende Benennungen leicht zu verstehen sind.

1) Bollwerkspunkt A, Schulterpunkt F, Courtinenpunkt H, Kehlpunkt N, Mittelpunkt M.

2) Façe AF, Flanke FH, Courtine HK, halbe Kehle HN, großer Halbmesser MA, kleiner Halbmes-

ser

ser MN, Capitale NA, äußeres Polygon AB, inneres Polygon NP, Defenslinie AK. Trift es sich, daß letztere Linie vom Courtinenpunkte K nach dem Bollwerkspunkte A nicht wie in der Figur die Lage der Façe AF hat: so heißt sie die einbohrende, und die bis zur Courtine verlängerte Façe die streichende Defenslinie; der Theil der Courtine aber, welche zwischen beyden enthalten ist, die Nebenflanke.

3) Der Centriwinkel AMB, der Polygonwinkel ABC, der Bollwerkswinkel FAL, der abnehmende Winkel FAB, der Schulterwinkel AFH, der Courtinenwinkel FHK.

§. 15. Der Wall, der (wie Fig. 92.) zunächst um die befestigte Stadt geführt ist, heißt der Hauptwall, und der den Hauptwall umgebende Graben, der Hauptgraben.

§. 16. Die Werke, (Fig. 95.) welche jenseit des Hauptgrabens xyz angelegt, und selbst wieder mit Graben umzogen werden, heißen Außenwerke, und haben die Absicht, den Hauptwall zu decken, und den Feind vom Hauptgraben abzuhalten. Die vornehmsten sind: das Ravelin, aus zwey gleich großen auslaufenden Façen vor der Courtine, die Brillen, aus zwey ungleichen auslaufenden Façen dem Ravelin zur Seite; und der halbe Mond, der, wie ein Bollwerk, aus zwey Façen und zwey (kurzen) Flanken bestehet.

§. 17. Der bedeckte Weg (Fig. 95.) ist ein Gang, der um alle Werke der Festung geführet, und mit einer Brustwehr gedeckt wird, deren Abdachung sich im freyen Felde verliehrt, und das Glacis heißt. Sein Nutzen ist, alle Werke zu decken, den Feind von allen Graben-Ufern abzuhalten, und die Ausfälle sowohl, als den Entsatz zu erleichtern. Der bedeckte Weg und die Außenwerke machen zusammen das aus, was man die Contrescarpe nennt.

§. 18. Von den Minen und Contreminen, die eine Hauptsache bey Anlegung und Vertheidigung einer Festung, und das eigentliche Geheimniß derselben ausmachen, vergleiche man Geschützk. §. 23. 24. Auch werden noch unter dem Glacis und andern Werken unterirdische Gewölber angelegt, welche die Besatzung vor den Bomben sichern könne.

§. 19. Die verschiednen Maximen und Methoden, die Befestigung eines ansehnlichen Platzes anzuordnen, heißen Befestigungsmaniren, die sich füglich unter 3 Classen bringen lassen: Spanische und Italienische; alt Holländische oder Freytagische; und verbesserte oder neuere. Um letztere haben vorzügliche Verdienste: Spekle, ein Deutscher, gest. 1589; Pagan, ein Franzos, gest. 1665; Rimpler, ein Deutscher, gest. 1683; Vauban, ein Franzos, geb. 1632. gest. 1707; Coehorn, ein Niederländer, geb. 1637. gest. 1704.

§. 20.

§. 20. Aufg. Den Umriß einer Festung nach Vaubans erster Manier zu machen.

Aufl. Es sey (Fig. 95.) a b die Seite eines Fünfecks 90 Ruthen lang in c halbirt, und der Perpendikel c d = $\frac{1}{7}$ a b. Man ziehe die Defenslinien a d o und b d n; trage auf dieselben von a nach e, und von b nach f, $\frac{2}{7}$ a b für die Façen der Bollwerke; bestimme mit e f aus e den Punkt h, und aus f den Punkt g: so sind e g, f h die Flanken, g h die Courtine.

Man theile e g und f h in drey gleiche Theile, wovon e i und f k $\frac{1}{3}$, für die Bollwerksohren, und i g, k b, $\frac{2}{3}$ für die retirirte Flanke; lege das Liniak an a und k, desgleichen an b und i, und ziehe k m, i l, welche so wie h n, g n, die Brisüren sind, und 3° lang gemacht werden; mache mit m o aus m und o, desgleichen aus l und n Bögen, die sich in q und p schneiden, und ziehe aus diesen Punkten die tours creuses m o, l n.

Man trage auf den Defenslinien von e nach r, und von f nach s, 4°; halbire r d und s d in t und u; fälle auf die Defenslinien die Perpendikel t v, u w, und ziehe v w: so ist r t v w u s die Grabenscheere. Den Hauptgraben macht man 9° breit den Façen parallel.

Man mache mit der Weite n f aus n und o Bögen, die sich in A schneiden, von da nach den

Schulterpunkten e, f, die Façen des Ravelins AB, AC, mit diesen aber 6° breit die Grabenlinien HO., IN, parallel gezogen werden. Verlängert man nun die Façen BA, CA, und setzt von D nach F, von E nach G 12°, desgleichen von H nach K, von I nach L 5°, und ziehet FK, GL: so hat man die großen Brillen, um die man auch einen Graben von 6° ziehet. Ferner setze man von M nach N und O 7°, und ziehe aus diesen Punkten mit 10° Bögen, die sich in P schneiden: so ist NPO die Flesche zur Bedeckung der Brillen, um welche ein Graben 3° breit kömmt.

Den bedeckten Weg 3° breit ziehet man mit allen Grabenlinien parallel. Aus den eingehenden Winkeln wie Q, trägt man nach R und S 5° für die Kehlen des Waffenplatzes, und beschreibt aus diesen Punkten mit 6° Bögen, die sich in T schneiden: so sind RT, ST die Façen des Waffenplatzes, den man auf beyden Seiten mit Traversen R, S, schließt; da dann in das Glacis ein Gang 6′ breit eingeschnitten wird, um in den Waffenplatz gelangen zu können. Endlich ziehe man das Glacis 12° breit mit allen Linien des bedeckten Weges und der Waffenplätze parallel.

§. 21. Zu den verschiednen Arten, eine Festung anzugreifen, gehört

1) der Ueberfall, wenn man durch List, Geschwindigkeit, geheimes Verständniß, und dergleichen unvermerkt in die Festung eindringt.

2) Der gewaltsame Angriff, wenn man ohne Bresche und andere Vorbereitungen mit offenbarer Gewalt einzudringen sucht; welches nur bey trocknen Graben und bey schwacher und nachläßiger Besatzung möglich ist.

3) Das Einsperren, wenn man die Festung von allen Seiten einschließt, und ihr allen Zugang abschneidet, um sie durch Hunger zur Uebergabe zu zwingen; solches geschiehet bey einem großen und volkreichen Orte mit zahlreicher Besatzung, oder der so fest ist, daß andere Arten des Angriffs mit den allergrößten Schwierigkeiten verbunden sind.

4) Der förmliche Angriff, wenn man sich der Festung nur bedeckt nähert, und kein Werk angreift, ohne vorher Bresche geschossen, und die zu seiner Vertheidigung dienenden Werke untüchtig gemacht zu haben; von welcher letztern Art des Angriffs hier allein die Rede ist.

§. 22. Von einem förmlichen Angriffe der Festung ist folgendes zu bemerken:

1) Durch das Berennen schließt man den Ort so ein, daß ihm alle Zufuhr und Verstärkung abgeschnitten wird. Unmöglich ist dies, wenn die Festung am Meere liegt, und der Belagerer keine Flotte hat; schwer, wenn der Ort an einem schiffbaren Strome liegt, oder gar daselbst 2 Ströme sich vereinigen, da dann mehrere Corps und Brücken dazu nöthig sind.

II) Zur Sicherheit des Lagers brauchte man vormahls eine zusammenhängende Verschanzung gegen den anrückenden Feind, Circumvallationslinie, und eine gegen die Festung, Contravallationslinie. Dafür braucht man jetzt eine Beobachtungsarmee, und schlägt das Lager eine kleine halbe Meile von der Festung auf, wohin keine Kanonenkugel reicht, und die Besatzung sich nicht wagen darf. Außerdem hat man auch für hinreichende Bedeckung aller während der Belagerung nöthigen Zufuhren zu sorgen.

III) Unter dem Nahmen der Trancheen werden überhaupt alle Werke begriffen, die man in der Absicht aufwirft, um sich der Festung, ohne ihrem Feuer ausgesetzt zu seyn, zu nähern, die Werke und Wälle der Festung einzuschließen, und sich gegen die Ausfälle der Besatzung in Sicherheit zu setzen. Der Anfang aller dieser Arbeiten heißt die Eröfnung der Trancheen. Es gehören dazu

1) Die Laufgräben, welche insbesondere Trancheen heißen, und Gräben sind, die in Form eines Zickzacks gegen die anzugreifenden Punkte der Festung so geführt werden, daß man die Erde zur Brustwehr gegen die Festung zu aufwirft. Der Anfang des Laufgrabens heißt der Schwanz; der Punkt, wo er sich wendet, die Spitze; der Winkel, den 2 an einander liegende Theile machen, der Schlag; der verlängerte Theil an jedem Winkel, der Haken; die hintere Seite des Grabens, die Rückseite. Wird der Laufgraben noch durch Schanz-

körbe

körbe gedeckt, welches desto nöthiger ist, je näher man der Festung kömmt: so heißt er eine Sappe, und ist einfach, oder doppelt, oder bedeckt. Man eröfnet aber die Laufgräben so nahe als möglich bey der Festung, aufs nächste 6 bis 7 hundert Schritt, um außer dem Flinten = und Kartätschenschusse zu seyn.

2) Die Parallelen oder Waffenplätze. Greift man eine ganze Polygon an, wie ab Fig. 95: so hat man 3 ausspringende Winkel, A, a, b, vom Ravelin und von den beyden Bollwerken, nach denen man die Laufgräben führet. Die Verbindungsgräben dieser 3 Laufgräben heißen die Parallelen, weil sie ohngefähr parallel mit der Polygon der Festung gehen. Die erste Parallele kömmt beym Anfange der Laufgräben, die zweyte 2 bis $2\frac{1}{2}$ hundert Schritt von der Festung, die dritte nahe am Glacis.

3) Die Batterien fangen sich gleich bey der ersten Parallele an, und gehen alsdann weiter. Sie sind theils demontirende, theils Breschbatterien. Jene sollen die Festungswerke blos untüchtig machen, damit sie uns nicht schaden; diese sollen eine große Oefnung in den Werken machen, damit sie uns am weitern Fortrücken nicht hindern.

IV) Zu der wirklichen Einnahme der Werke gehört: die Eroberung des bedeckten Weges, das Logement auf demselben zur Bresche, der Uebergang über dem Graben, und der wirkliche Sturm.

§. 23. Die Mittel, den Feind so lange als möglich in der Entfernung von der Festung zu erhalten, wenigstens ihm bey seiner Annäherung alle mögliche Schwierigkeiten in den Weg zu legen, sind theils natürliche, theils künstliche.

Zu den natürlichen gehören: Flüße, Moräste, steile Berge, Felsen; zu den künstlichen: Pallisaden im Graben oder hinter der Brustwehr auf der Bank, Sturmpfähle vorn in der Brustwehr etwas herabwärts gesenkt, spanische Reuter im Graben, oder hinter der Brustwehr, Verhaue, Wolfsgruben, Fußangeln, Vorgraben, Versperrung enger Zugänge, künstliche Ueberschwemmungen mittelst eines Dammes, Flatterminen, u. s. w.

III.

Die bürgerliche Baukunst.

§. 1. Die Vollkommenheit eines jeden Gebäudes erfordert, daß es bequem, fest und schön sey: bequem, d. i. in den Theilen sowohl, als im Ganzen, der Absicht, wozu es bestimmt ist, gemäß eingerichtet; fest, d. i. vor dem Einsturz des Ganzen und der Theile gesichert; schön, d. i. dem Auge durch die Uebereinstimmung in den Theilen und in dem Ganzen gefallend gemacht.

§. 2. Die Festigkeit des Zimmer- und Mauerwerks, d. i. der hölzernen und steinernen oder massiven Gebäude bestehet in dem fortdauernden Widerstande gegen alle Trennung der Theile, und beruhet theils auf der Stärke und Dauer, theils auf der rechten Anwendung und geschickten Verbindung der Baumaterialien, wovon die vorzüglichsten sind:

1) an Holzarten: Eichen, Rüstern, Ellern, Kiefern, Tannen;

2) an Steinen: Schiefer, Bruchsteine, Quadersteine, Mauersteine, Dachziegel;

3) an Erden, oder Bindemitteln: Kalk, Sand, (deren Vermischung Mörtel heißt) Gyps, Letten oder Leimen;

4) an Metallen: Eisen, Kupfer, Bley.

§. 3.

§. 3. Der Grund, d. i. der Boden, der das Gebäude trägt, darf solcher Last nicht nachgeben. Daher gräbt man eine Vertiefung, in welche man die Grundmauer, das Fundament, des Gebäudes setzt. Die Tiefe des Grundes, und die Dicke der Grundmauer, läßt sich nicht allgemein bestimmen. Man muß so tief graben, bis man auf feste Schichten kömmt. Ein nachgebender Boden, und eine hohe Mauer, erfodert eine breitere Grundfläche der Grundmauer, deren obere Dicke sich nach der Höhe und Bestimmung des Gebäudes richtet. Die aufgeführte Grundmauer muß man sich erst setzen und austrocknen lassen, ehe man das Gebäude selbst aufsetzet. Für das Wasser, das unter dem Grunde eindringen könnte, (Hydr. §. 16.) legt man übermauerte Abzugsgräben an. Erhält man beym Grundgraben gar keine feste Schichten, als im lockern und morastigen Boden: so muß man einen Rost, d. i. Reihen kreuzweis verbundner Balken, legen, und wo dies nicht zureicht, Pfähle einrammen, auf die man den Rost befestigt.

§. 4. Die Mauern werden von Bruch- oder Mauersteinen gemacht, müssen senkrecht aufgeführet werden, oft auch durch Strebepfeiler verstärkt werden. Läßt man die Dicke der Mauer von unten nach oben abnehmen: so heißt der Unterschied der obern und untern Fläche das Mauerrecht. Oefnungen in einer Mauer für Thüren, Fenster u. s. w. müssen überwölbt seyn; zu viele und zu nahe schwächen die Mauer. Je höher die Mauer ist, desto stärker muß sie seyn.

§. 5.

§. 5. Ein Gewölbe ist eine Decke von Steinen, denen man eine kegelförmige Gestalt und hinreichende Widerlagen (d. i. tragende Pfeiler oder Mauern) giebt, daß sie ohne weitere Unterstützung hängen bleiben. Die Gestalt der Gewölbe ist verschieden; das Kugelgewölbe oder die Kuppel stellt eine hohle Halbkugel; das Tonnengewölbe aber ein Stück eines hohlen Cylinders vor. Schneiden sich zwey Tonnengewölbe: so entsteht das Kreutzgewölbe, wenn sie mit einer scharfen Kante; das Klostergewölbe, wenn sie in vertieften Rinnen zusammenstoßen. Das Kreuzgewölbe heißt ein gothisches, wenn es nach Kreisbogen geformt ist; ein Spiegelgewölbe, wenn es oben mit einer ebenen Fläche unterbrochen ist; ein Muldengewölbe, wenn es in der Mitte ein Tonnengewölbe, und an den Seiten ein halbes Tonnengewölbe vorstellt.

§. 6. Die Verbindung der Bauhölzer geschiehet

1) durch die Verzapfung, wenn der hervorragende Theil (der Zapfen) des einen, in die Vertiefung (das Zapfenloch) des andern, genau einpaßt. Oft bekömmt der Zapfen auch die Gestalt eines Schwalbenschwanzes, (oben schmäler, unten breiter) und wird von der Seite in das dazu passende Zapfenloch eingeschoben;

2) durch die Verkammung, wenn zwey Bauhölzer, die unter einem Winkel über einander liegen, durch in einander greifende Einschnitte verbunden werden:

3) durch die Versatzung, wenn von zwey Bauhölzern, die unter einem Winkel gegen einander gestellt sind, die scharfen am Ende befindlichen Ecken des einen in die dazu passende Einschnitte des andern eingefugt werden.

§. 7. Zu einer Wand legt man auf einen steinernen Untersatz die Hauptschwelle. In diese werden die Pfosten oder Ständer eingezapft, und zwischen ihnen die horizontalen Riegel, und die schiefen Streben oder Sturmbänder. Mit dem obern Theile der Ständer ist das Plattstück (der Hauptschwelle parallel) durch Verzapfung verbunden. Ueber diesem sind die Balken, die durch das Haus gehen und die Decke machen, auf der hohen Kante aufgekämmt. An einer zweyten Wand über dieser, die das zweyte Stockwerk u. s. w. macht, heißt die untere Schwelle die Saumschwelle, und die obere der Wandrahmen.

§. 8. Ganze Balken reichen über die ganze Tiefe des Gebäudes; Stichbalken sind in Querbalken, Schlüssel, eingezapft. Jene, wenn sie zu lang sind, werden auf verschiedene Art, ihre Last zu tragen, geschickt gemacht:

1) daß man sie durch einen Unterzugsbalken, Träger, unterstützt, der auch wohl über die, alsdann mit Schrauben angezogenen, Balken gelegt wird;

2) daß man auf den zu verstärkenden Balken andere zacket oder blattet, d. i. sie durch schief liegende in einander greifende Einschnitte mit ihm verbindet,

und

und so Alles zu einen Balken von ungewöhnlicher Stärke vereinigt, der alsdann ein verzahnter Balken, oder gespanntes Roß heißt;

3) daß man dem zu verstärkenden Balken einen Spannriegel unterziehet, und ihn mit zwey Streben befestigt, die durch eiserne Bolzen an den Balken angezogen werden; welches ein Sprengwerk heißt;

4) daß man auf den zu verstärkenden Balken eine oder zwey Hängesäulen setzt, und sie mittelst des Spannriegels, der Streben, und eisernen Bügel damit verbindet, welches ein Hängewerk heißt.

§. 9. Das Zimmerwerk der Dächer enthält: theils das Gesperre, oder die im Gipfel (dem Forste) zusammenlaufenden Sparren, die durch die Sturmbänder seitwärts mit einander verknüpft sind, und deren jedes Paar durch den Kehlbalken verbunden wird; theils den Dachstuhl, oder den Untersatz, der das Gesperre trägt, und entweder stehend oder liegend ist, je nachdem die Säulen, die ihn ausmachen, senkrecht oder geneigt sind. Für die verschiedenen Arten der Dächer ist:

1) der Abhang

a) nach geraden oder nach krummen Linien geführt. Daher gerade Dächer und Thurmdächer, oder welsche Hauben.

b) in einem fortgehend, oder unterbrochen. Daher ungebrochene und gebrochene oder Mansardische Dächer.

c) von einer, oder zwey, oder vier Seiten. Daher Pult, Sattel und Zeltdächer.

2) die Höhe

a) der ganzen oder halben Breite des Gebäudes gleich. Daher ein alt und neu deutsches Dach.

b) so groß als die Höhe eines auf der Breite des Gebäudes des stehenden gleichseitigen Triangels; ein alt französisches Dach;

c) noch nicht dem vierten Theile der Breite des Gebäudes gleich: ein welsches Dach.

3) die Materie: Stroh, Schilf, Schindeln, Schiefer, Marienglas, Ziegel, Kupfer.

§. 10. Die Bequemlichkeit muß nach den Absichten, wozu ein Gebäude bestimmt ist, und nach den Verrichtungen, die darin vorzunehmen sind, beurtheilt werden. Wir müssen uns hier auf die gewöhnlichsten Wohngebäude, deren Gebrauch am leichtesten zu übersehen ist, einschränken, und auch hievon können wir nur das Unentbehrlichste bemerkbar machen.

§. 11. Die Thüren sind entweder einfache, oder Flügelthüren, deren Flügel getheilt sind. Ihre Größe richtet sich nach der Verschiedenheit ihres Endzwecks. Im Allgemeinen soll ihre Höhe nicht über 20 und nicht unter 7 Fuß, und ihre Breite nicht über 12 und unter 3 Fuß seyn. Eine Beythüre oder Nebenthüre ist nur 3; eine Hauptthüre nicht unter 4;

eine

Hausthüre nicht unter 5; ein Portal oder Thorweg nicht unter 8 Fuß breit. Die Thürflügel müssen leicht seyn, und daher, wenn sie über $3\frac{1}{2}$ Fuß breit sind, getheilt werden, damit sie sich leichter schließen und öfnen, und im Winter der Hitze keinen zu großen Ausgang lassen. Für die Bequemlichkeit der aus- und eingehenden darf keine Schwelle, oder diese doch nicht über 1 Zoll hoch seyn.

12. Die Fenster wechseln mit den Zwischenwänden oder Schäften, die wenigstens eben so breit seyn müssen. Die obere und untere Einfassung heißt bey hölzernen Gebäuden Spann- und Brustriegel; bey massiven Sturz und Brüstung, die mit den Schäften einen Winkel von 100 oder 105 Grad machen, dessen Anlage die Schmiege heißt. Die Brüstung darf nicht unter 3 und nicht über 4 Fuß hoch seyn. Balconfenster reichen bis zum Fußboden, und haben anstatt der Brüstung ein Geländer; auch ist zuweilen vor ihnen ein Gang, der insbesondere der Balcon heißt. Die Höhe der Fenster muß größer als die Breite seyn, welche nie unter 3 und nie über 6 Fuß gemacht wird. Die Glasscheiben müssen helle und groß, und nicht in Bley eingefaßt, sondern in Rahmen eingekittet seyn.

§. 13. Eine Reihe Zimmer in einerley Fläche heißt ein Stock, Stockwerk, Geschoß. Liegt ein Geschoß nicht ganz über der Erde: so heißt es ein Kellergeschoß, dessen Decke gewölbt wird. Die erste Reihe Zimmer über der Erde, heißt der Unterstock,

der zweyte der erste Stock, oder das Prachtgeschoß. Die Höhe eines Geschosses richtet sich nach der Höhe der Zimmer, die bey den gemeinsten Häusern nicht unter 9, bey Bürgerhäusern nicht unter 12, bey vornehmern doch nicht über 18 Fuß betragen muß. Eine Kammer, oder ein Nebenzimmer, hat zwischen 8 und 10 Fuß ins Gevierte. Stellt man in ein Zimmer Stühle, ein Paar Tische und einen Ofen: so muß es wenigstens 12 Fuß ins Gevierte haben; ein Zimmer von 24 Fuß ins Gevierte ist schwer zu heitzen. Diese Zahlen sind also für Wohnzimmer die Gränzen; ein Saal hat zwischen 24 und 38 Fuß ins Gevierte. In einer Kammer können zur Erleuchtung 1 bis 2, in einem Wohnzimmer 2 bis 3, und einem Saale 4 bis 6 Fenster angebracht werden. Nächst diesen allen muß man auf gute Verbindung und Lage der Zimmer, besonders auf gute Zusammenstellung solcher, die für den Gebrauch zusammengehören, nicht weniger auf die gute Anlage der Abtritte, bedacht seyn.

§. 14. Die Treppen werden wenigstens 5′ breit; und die Stuffen 5 bis 6″ hoch, und 14 bis 18″ breit gemacht. Eine Stuffenreihe bis zu einem Absatze, oder Ruheplatze, heißt ein Arm der Treppe, der aus 9, 11 oder 13 Stuffen bestehen soll. Dividirt man die Höhe des Geschosses (14′) mit der Höhe der Stuffen ($\frac{1}{2}$′) so giebt der Quotient weniger 1, die Zahl der Stuffen (27) (Ist der Quotient keine ganze Zahl: so muß man die Höhe der Stuffen verändern). Multiplicirt man die Breite der Stuffen (1′) in ihre Zahl

(27)

(27): so giebt das Product die Länge der ganzen Treppe (27′); diese endlich mit der Länge der Stufen (5) multiplicirt, giebt den nöthigen Flächenraum (135 □′), woraus sich die Gestalt und Richtung der Treppe bestimmen läßt, wonach sie eine unterbrochene oder ununterbrochene; eine gerade oder eine Windeltreppe ist. Treppen ausserhalb des Gebäudes, heißen Freytreppen; innerhalb aber sind sie entweder Haupttreppen, die gleich beym Eingange in die Augen fallen, auch hinreichend erleuchtet seyn müssen, oder Nebentreppen, die in großen Häusern den einzelnen Revieren einen Ausgang verschaffen, und nur 3 Fuß breit sind, aber nicht zu steil in die Höhe gehen dürfen.

§. 15. Ein Schornstein oder eine Feuereſſe ist eine Röhre, wodurch die Dünste und der Rauch vom Feuer abgeleitet werden, und deren untere erweiterte Oefnung der Rauchfang, Mantel oder Helm heißt. Dieser berührt entweder den Heerd des Feuers, oder ist darüber erhöhet, oder steht ihm zur Seite. Der erste Fall ist für Kamine, der zweyte für Küchen, der dritte für Oefen. Die innere Figur eines Schornsteins ist entweder eckig, oder cirkelrund, oder oval, und darf nicht unter $1\frac{1}{2}$ und nicht über $2\frac{1}{2}$ Fuß ins Gevierte betragen. Jedes Feuer muß seinen eigenen Schornstein haben; doch führt man auch mehrere unter schiefen Winkeln auf, daß sie in einander treten, und von aussen als ein einziger anzusehen sind. Man nennt dies zusammenschleifen, und die Schei-

dewände solcher Schornsteine Zungen. Jeder Schornstein muß zum Forst hinaus geführt werden, oder doch wenigstens über den Forst hinausreichen, oder eine Haube in Form eines Tonnengewölbes erhalten.

§. 16. Die Schönheit, wovon der regelmäßige Bau des menschlichen Körpers das vollkommenste Ideal giebt, kömmt in eigentlicher Bedeutung einer äußerlichen Form zu, an welcher so wohl die Haupttheile zum Ganzen, als auch die Untertheile zu ihrem Haupttheile faßliche Verhältnisse (die mit kleinen Zahlen ausgedrückt werden können) haben, und so mit bemerkbarer Mannigfaltigkeit und Ordnung zu einem gewissen Ganzen zweckmäßig zusammenstimmen. Man unterscheidet aber, als unentbehrliche Eigenschaften dessen, was schön seyn soll, ausser den faßlichen Verhältnissen überhaupt, auch noch insbesondere die Symmetrie oder das Gleichmaaß, und die Eurythmie oder das Ebenmaaß. Jene setzt man in der Uebereinstimmung ähnlicher Theile zu beyden Seiten eines, insgemein unähnlichen, Mittels; diese in der schicklichen Größe eines jeden Theils, daß kein Theil zum Nachtheil des andern, oder des Ganzen, sich auszeichne, oder seiner Bestimmung widerspreche, sondern alle Theile zusammen als ein Ganzes erscheinen.

§. 17. Damit ein Gebäude durch Schönheit dem Auge wohlgefalle, wenigstens durch Häßlichkeit nicht mißfalle, sind die Anlagen, welche die Bequemlichkeit erfodert, zu einem schönen, oder doch erträglichen, Ganzen schicklich zu verbinden. Hier müssen

wir

wir uns aber blos an einigen wenigen Regeln begnügen, die jedoch zugleich zu Beyspielen und zu weitern Analogien dienen können:

1) Die Hauptthüre kömmt in die Mitte des Gebäudes, und ihr gegen über die Hofthüre, oder die Thüre eines Hauptzimmers. Die Thüre eines Zimmers kömmt mitten in die Wand. Die Thürflügel werden auch deshalb gebrochen, daß das Schloß in die Mitte, und die Angeln zu beyden Seiten kommen.

2) Die Fenster eines Geschosses müssen alle in einer Reihe und von gleicher Höhe seyn. Diese kann zur Breite sich wie 2 : 1 verhalten; oder wie 3 : 2, wenn man das Fenster über der Hausthüre breiter als die übrigen machen wollte. Die Fenster im Unterstocke sind zu beyden Seiten der Hausthüre von gleicher Anzahl. Die Fenster der obern Geschosse werden gerade über den untern angelegt.

3) Die Höhe des Zimmers ist, nach Scamozzi, zur Thürhöhe wie 3 : 2, zur Fensterhöhe wie 7 : 4, und muß sich, wenigstens was die Hauptzimmer betrift, zu ihrer Größe so, wie die Länge zur Breite, schikken, u. s. w.

§. 18. Die Schönheit vorzüglicher Gebäude wird auch noch durch Verzierungen erhöhet, die man ausserwesentliche nennt, weil sie zur wesentlichen Vollkommenheit §. 1. eigentlich nichts beytragen, und ohne Schaden derselben auch wegfallen können. Sie dür-

fen aber nicht zwecklos, auch nicht zu überhäuft seyn. weil sie sonst dem Nachdenken widerlich, und dem Auge beschwerlich, folglich der wahren Schönheit §. 16. entgegen seyn würden.

§. 19. Alles, was sich an einem Gebäude findet, und also ausgezieret werden kann, ist entweder Stütze, welche trägt, oder Last, welche getragen wird. Eine Stütze heißt, wenn sie eckicht ist, ein Pfeiler, wenn sie rund ist, eine Säule, und wenn sie nebst der Last, die sie trägt, mit Gliedern (Zierrathen) der Baukunst gehörig ausgeschmückt ist, eine Säulenordnung.

§. 20. Die Haupttheile einer Säulenordnung sind (Fig. 97.) der Säulenstuhl AB, worauf die Säule ruhet; die Säule selbst, BC; und das Gebälke, oder die Last CD. Jeder Hauptheil bestehet aus 3 Untertheilen: das Fußgesimse E. der Würfel F, der Deckel G; das Schaftgesimse H, der Schaft K, welcher verjüngt, d. i. nach oben allmählig schmäler wird; der Knauf L; der Unterbalken M, welcher einen Querbalken über der Säule nach der Länge des Hauses vorstellt; der Frieß N, in welchem die Köpfe der Balken erscheinen, die über dem Unterbalken nach der Tiefe des Hauses gehen; der Karnieß P, der die Dachrinne und die Tielen vorstellt, welche zur Bedeckung auf alles dieses genagelt werden.

§. 21. Denkt man sich durch die Mitte der ganzen Säule eine verticale Linie, eine Axe: so heißt die

Aus-

Auslaufung oder Ausladung, wie weit von dieser Axe sich jeder Theil erstrecke. Daher müssen diejenigen Theile mehr Auslaufung haben von denen andre getragen oder bedeckt werden. Die Größe der Auslaufung, so wie die Höhe aller Theile wird nach dem Modul, d. i. nach der halben Dicke des unverjüngten Schaftes, und dessen durch Transversallinien gemachten 30 Theilgen, oder Partikelu, bestimmt.

§. 22. Die Säulen sind, wie die Lasten, entweder starke, oder mittlere, oder schwache, je nachdem die Säule 16, 18, 20 Modul hoch ist; wie solches an der Dorischen, Jonischen und Korintischen Säulenordnung des Alterthums gefunden wird. Bey allen ist das Gebälke und der Säulenstuhl zusammen 10 Modul hoch; wovon ersteres, welches mit der Säulenhöhe in umgekehrter Verhältniß stehen muß, bey der starken Anordnung 4, bey der mittlern $3\frac{1}{2}$, bey der schwachen $3\frac{1}{5}$ erhält.

§. 23. Man findet im Alterthum der Dorischen Ordnung noch die Tuscanische, und der Korintischen die Römische beygefügt. Daher hat Leonhard Christoph Sturm auch der Jonischen eine beygesellet, welche die deutsche heißt. Diese 6 Ordnungen begreift man unter dem niedrigen, dem mittlern und dem hohen Paare, wie es §. 22. bestimmt ist; und unterscheidet sie noch näher an ihrem Schmucke, der mit ihrer Höhe zugleich zunimmt. Vorzüglich erkennt man

1) die Tuscanische, an dem Mangel alles Schmucks, außer einigen wenigen Gliedern;

2) die Dorische, an den Triglyphen, d. i. den prismatischen Einschnitten der Balkenköpfe im Friese;

3) die Jonische, an 4 Paar großen Schnecken im Knaufe und an Fruchtschnüren, die von 2 Schnekkenaugen an, sich zur Bedeckung des Halses herabbeugen; auch wohl an den Vertiefungen (Canälirung) des Schafts, welches der Jonischen Ordnung eigen seyn sollte, aber auch an andern Ordnungen, nur nicht bey den niedrigen, angebracht wird.

4) die deutsche, an 4 Paar großen und 4 Paar kleinen Schnecken im Knaufe, und einer Reihe Blätter (von Acanthus, Bärenklau) am Halse;

5) die Römische, an 4 Paar großen Schnecken im Knaufe, nebst herabgebogenen Fruchtschnüren, und zwey Reihen Blätter am Halse;

6) die Korintische, an 4 Paar großen und 4 Paar kleinen Schnecken im Knaufe, und 3 Reihen Blätter am Halse.

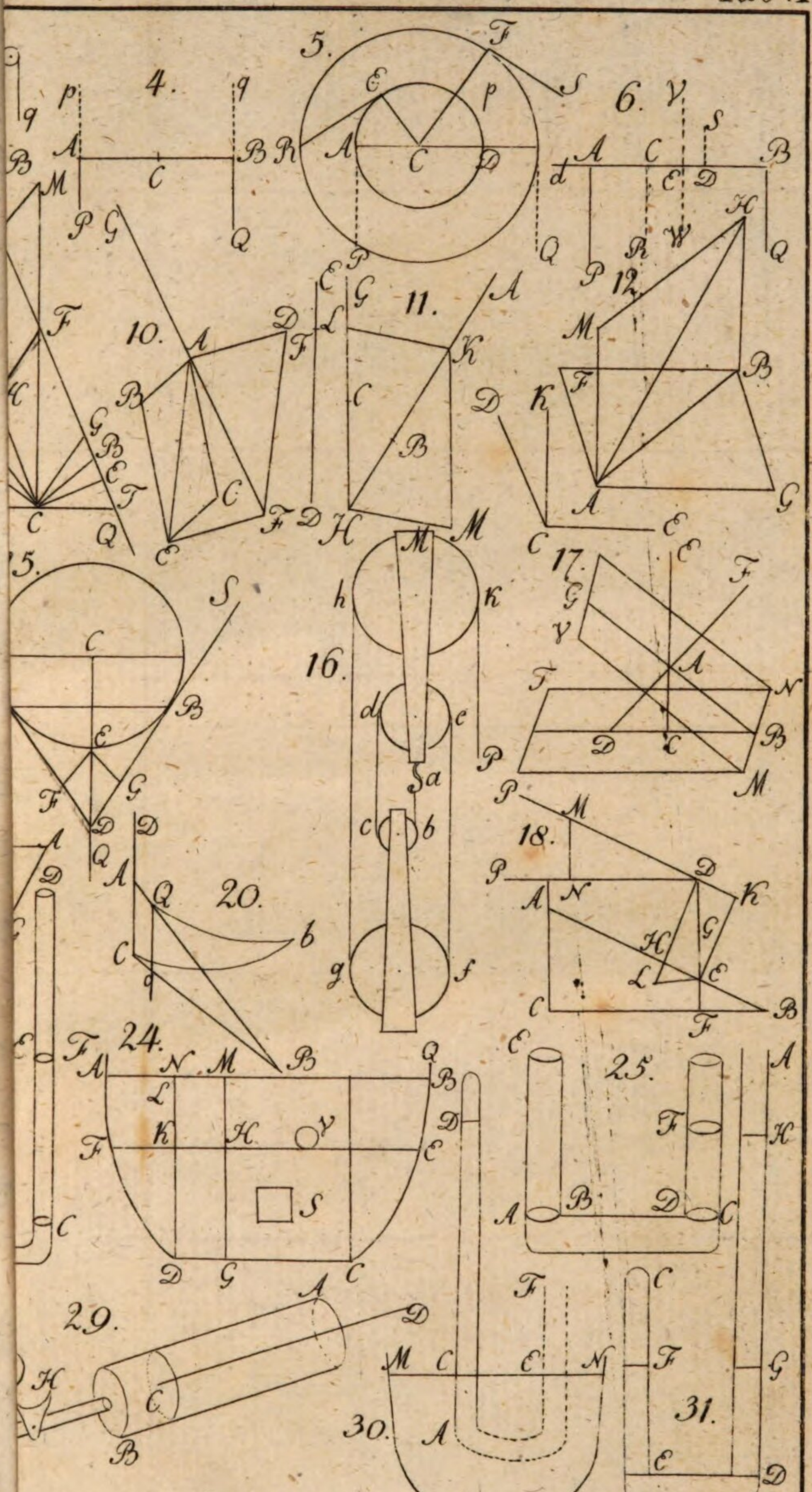
§. 24. Diese Säulen werden nicht nur wirklich an Gebäuden oft angebracht, sondern sind zugleich die besten Mittel, die Schönheiten der Verhältnisse, die Schicklichkeit der Zierrathen, und die Eurythmie des Ganzen zu studieren, und den Geist ihrer Zusammensetzung selbst in die einfachsten Werke der Baukunst überzutragen. Auch entlehnt man von ihnen manche Zierrathen für einzelne Theile der Gebäude,

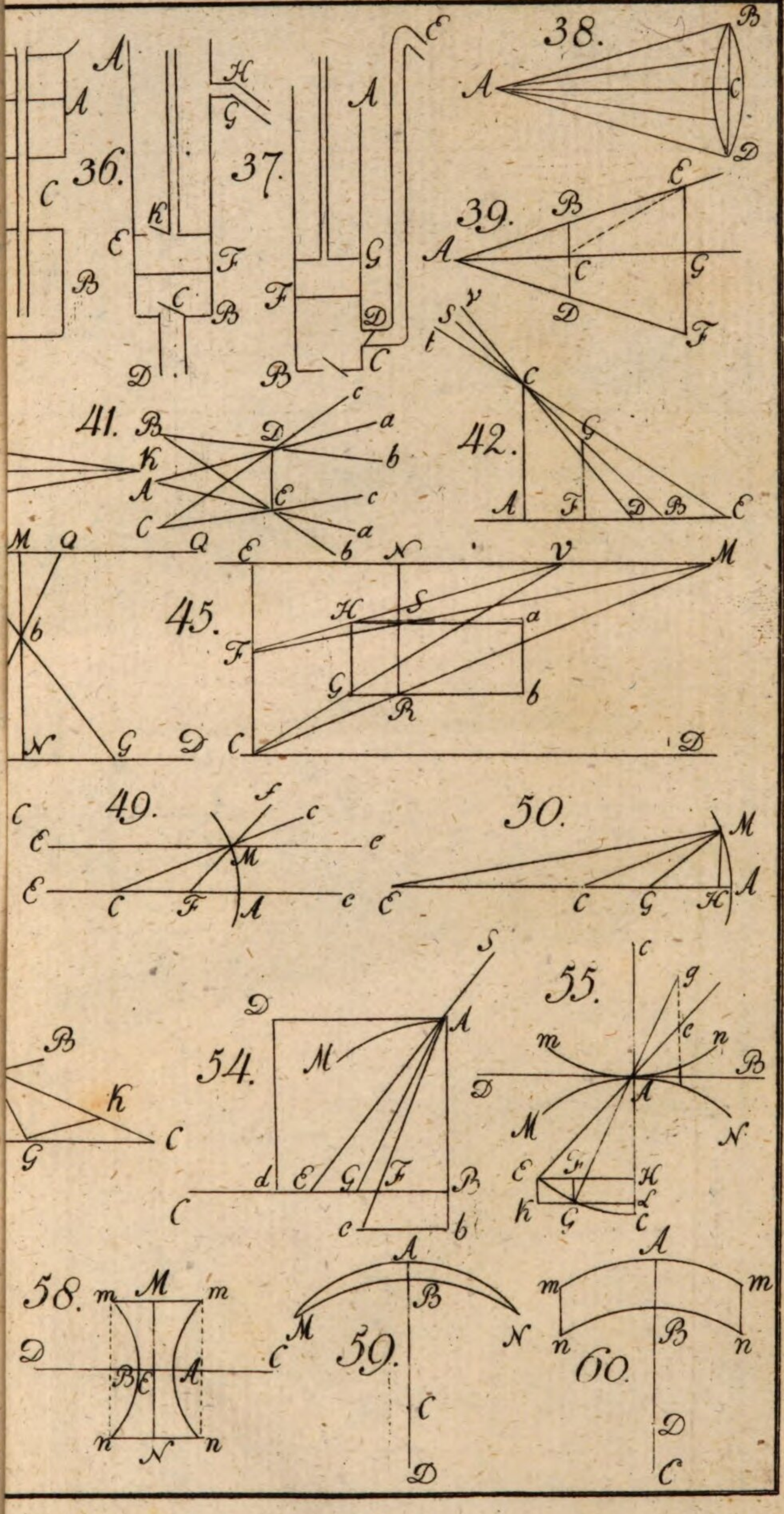
als für das obere Ende der Mauer, die Giebelseite eines Daches, Portale, Hausthüren, innere Thüren, Fenster, Decken und Wände der Zimmer, Kamine, Geländer u. s. w.

§. 25. Von den Baurissen, wovon man Kriegsbaukunst §. 5. vergleichen kann; und von dem Bauanschlage, der die Quantität der erforderlichen Baumaterialien und die zum Bau nöthigen Kosten angiebt, muß man sich aus ausführlichern Anweisungen zur Baukunst belehren.

Des ersten Cursus der angewandten Mathematik Ende.

Bayerische Staatsbibliothek München


4.
5.
6.
10.
11.
12.
15.
16.
17.
18.
20.
24.
25.
29.
30.
31.


36.
37.
38.
39.
41.
42.
45.
49.
50.
54.
55.
58.
59.
60.

2.

63.

64

66.

70.

71

75.

81.

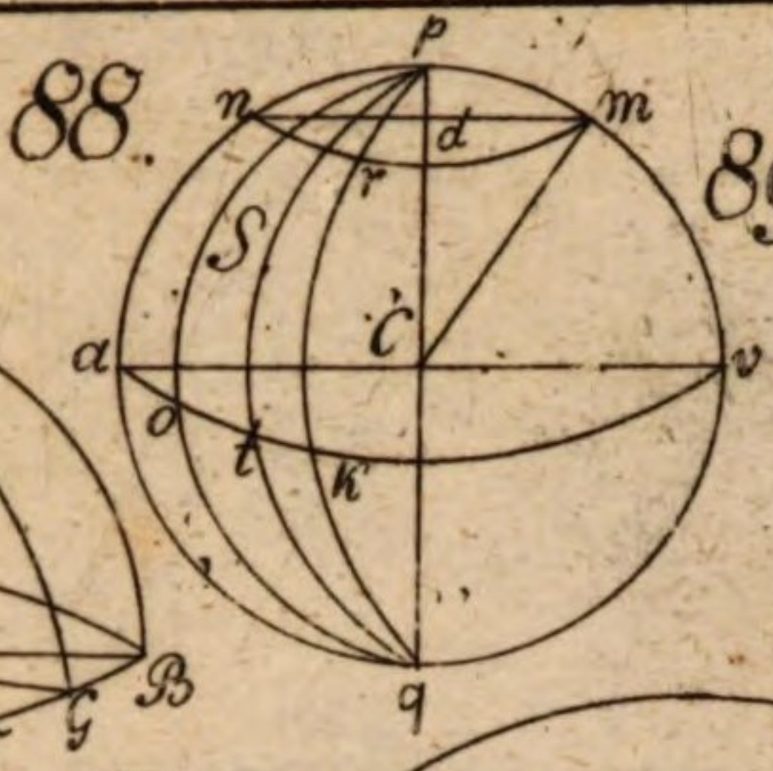
83.

82.

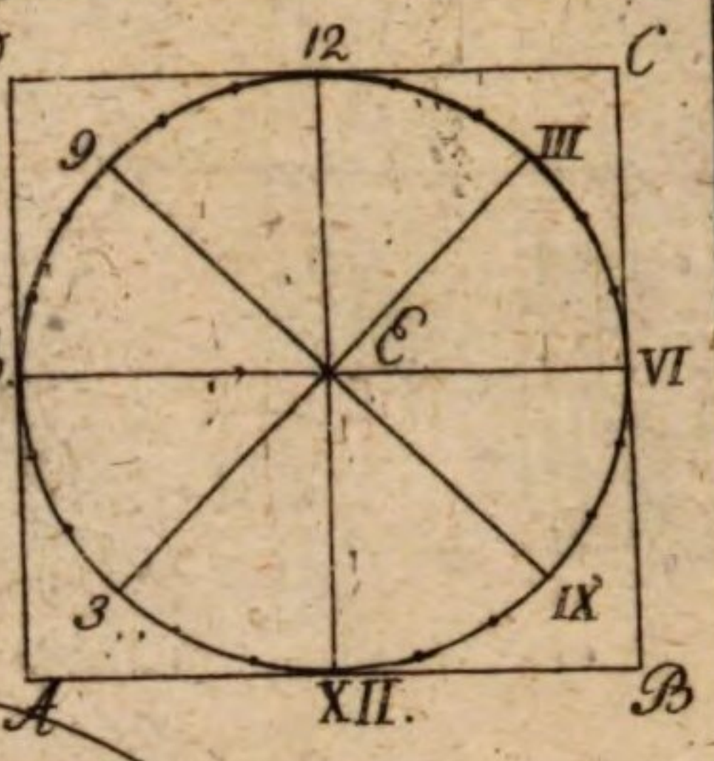
84.

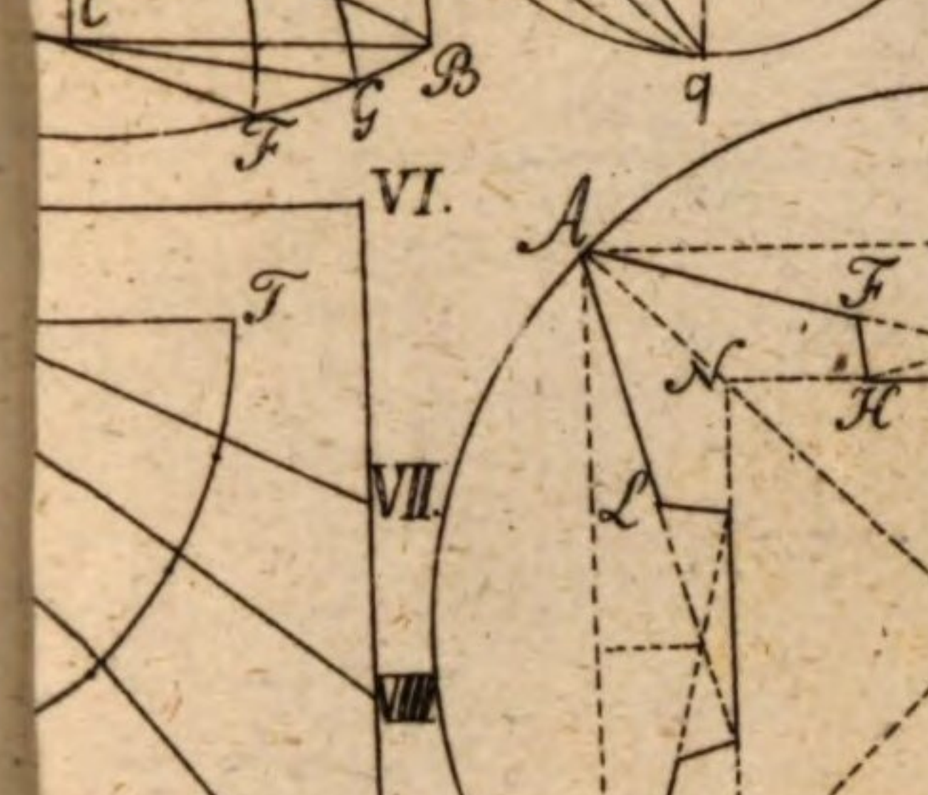
5

88.

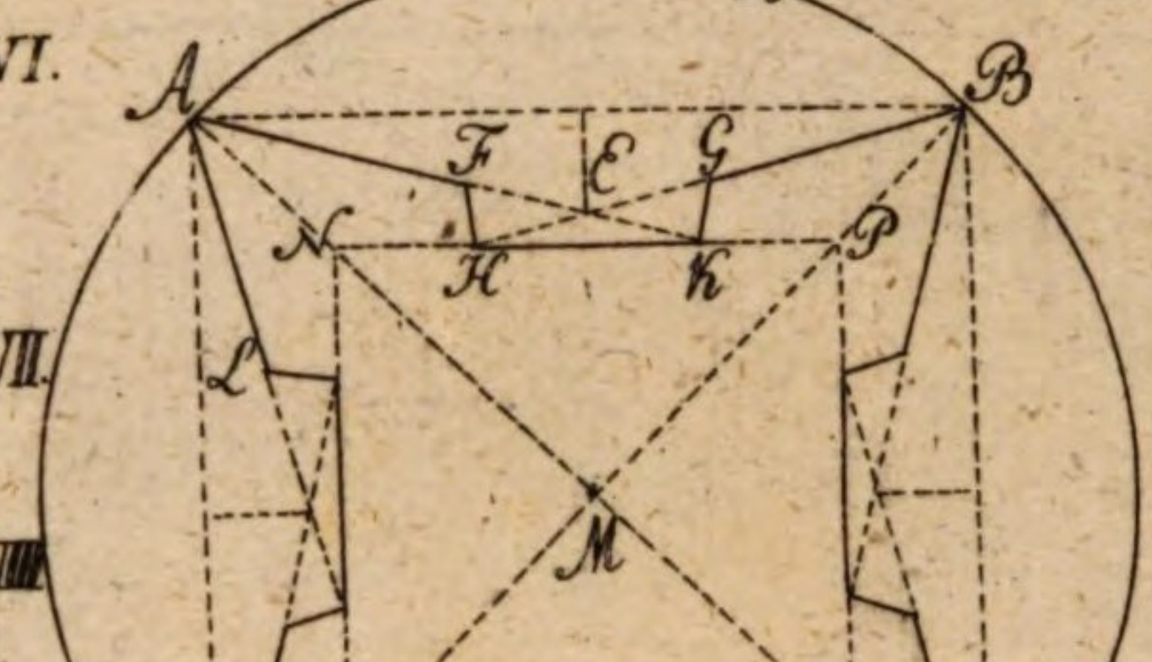


89

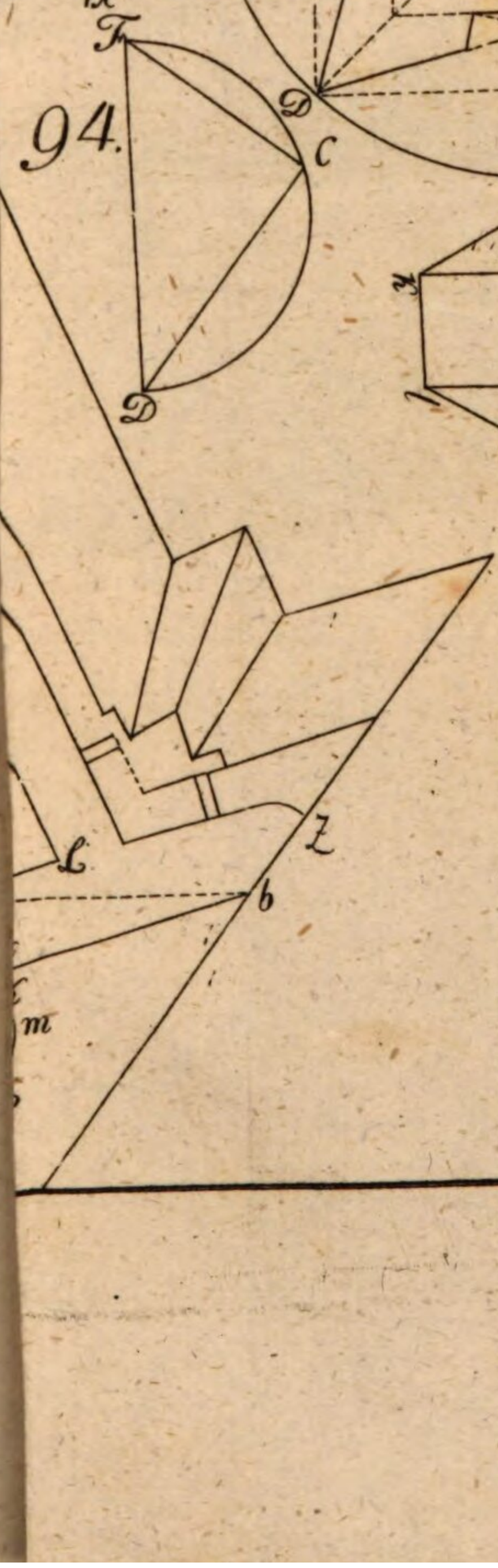




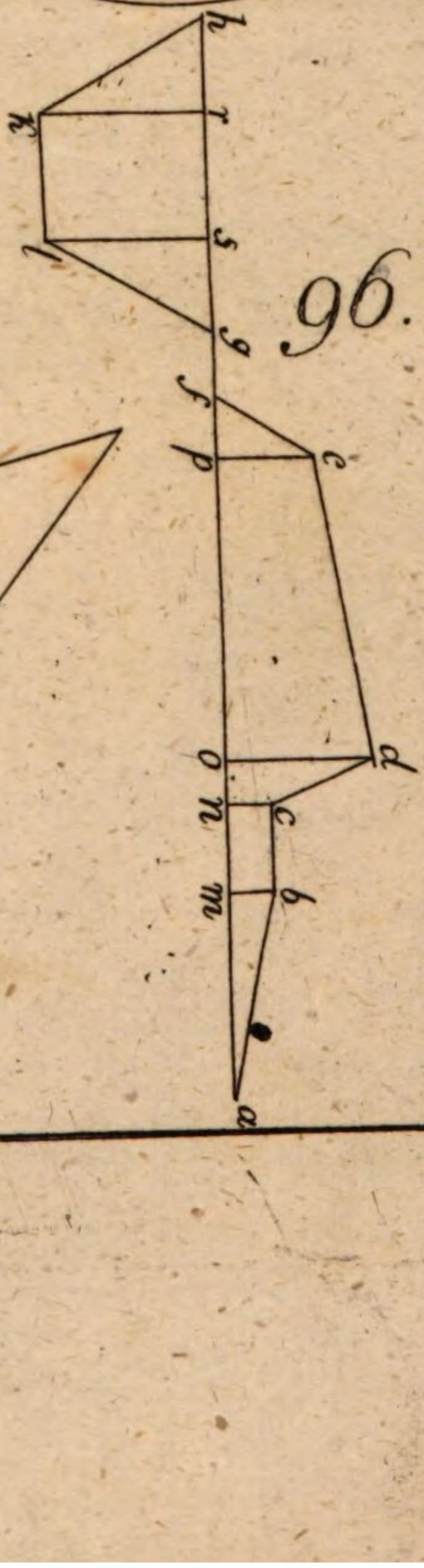
92.



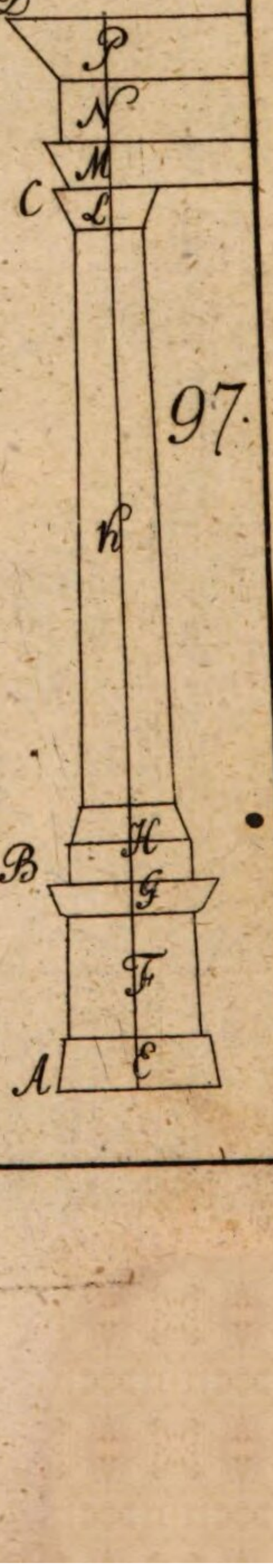
94.



96.



97.



4 d.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Lorenz, Johann Friedrich, 1738-1807

Grundriß der reinen und angewandten Mathematik oder der erste Cursus der gesamten Mathematik

Bd.: 1,2

Helmstädt 1792

Math.u. 113-1,2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10594104-2
VD18 80347029-001